



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Incidencia de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en las propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal para viviendas

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniera Civil

**AUTORA:**

Gomez Barzola, Alejandrina Flor de Maria ([orcid.org/0000-0002-0282-341X](https://orcid.org/0000-0002-0282-341X))

**ASESOR:**

Mg. Reynoso Oscanoa, Javier ([orcid.org/0000-0002-1002-0457](https://orcid.org/0000-0002-1002-0457))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA – PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

La siguiente investigación la dedico a Dios por haberme dado salud y haberme permitido alcanzar mis metas, a mis padres por sus consejos, valores, motivación perseverante y por su apoyo incondicional que me brindaron durante el trayecto de mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco principalmente a Dios por permitirme concluir exitosamente con mi investigación.

A la Universidad César Vallejo, por acogerme y brindarme la oportunidad de concluir la carrera profesional y a los docentes por haberme brindado sus enseñanzas y conocimientos durante la formación académica.

A mi asesor Mg. Javier, Reynoso Oscanoa por la motivación en el desarrollo de la investigación, por su capacidad de enseñanza y tolerancia.

A mis padres, por brindarme apoyo económico y moral durante el proceso de mi formación profesional.

Alejandrina Flor de María Gómez Barzola



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, REYNOSO OSCANOVA JAVIER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Incidencia de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en las propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal para viviendas", cuyo autor es GOMEZ BARZOLA ALEJANDRINA FLOR DE MARIA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 17 de Julio del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
REYNOSO OSCANOVA JAVIER <b>DNI:</b> 20072967 <b>ORCID:</b> 0000-0002-1002-0457	Firmado electrónicamente por: JREYNOSOOS el 22- 07-2023 20:05:14

Código documento Trilce: TRI - 0596634



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, GOMEZ BARZOLA ALEJANDRINA FLOR DE MARIA estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Incidencia de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en las propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal para viviendas", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
ALEJANDRINA FLOR DE MARIA GOMEZ BARZOLA <b>DNI:</b> 71070835 <b>ORCID:</b> 0000-0002-0282-341X	Firmado electrónicamente por: DGOMEZBA el 17-07- 2023 11:02:17

Código documento Trilce: TRI - 0596645

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR .....	v
Índice de contenidos .....	vi
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras .....	x
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	16
3.2 Variable y operacionalización:.....	17
3.3 Población, muestra y muestreo .....	19
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5 Procedimientos: .....	23
3.6 Método de análisis de datos.....	40
3.7 Aspectos éticos .....	40
IV. RESULTADOS.....	41
V. DISCUSIÓN .....	101
VI. CONCLUSIÓN .....	105
VII. RECOMENDACIONES .....	106
REFERENCIAS.....	107
ANEXOS .....	116

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Clases de ladrillos con fin estructural</i> .....	10
<b>Tabla 2.</b> <i>Límites del uso de la unidad de albañilería para fines estructurales</i> .....	10
<b>Tabla 3.</b> <i>Incremento de <math>f'_m</math> y <math>v'_m</math> por edad</i> .....	11
<b>Tabla 4.</b> <i>Resistencias características de la albañilería Mpa (kg/cm<sup>2</sup>)</i> .....	11
<b>Tabla 5.</b> <i>Factores de corrección de <math>f'_m</math> por esbeltez</i> .....	11
<b>Tabla 6.</b> <i>Propiedades físicas del PET</i> .....	14
<b>Tabla 7.</b> <i>Población</i> .....	19
<b>Tabla 8.</b> <i>Análisis granulométrico de la arcilla</i> .....	26
<b>Tabla 9.</b> <i>Análisis granulométrico de la arcilla</i> .....	26
<b>Tabla 10.</b> <i>Análisis químico de la C.C.H.</i> .....	28
<b>Tabla 11.</b> <i>Análisis granulométrico de la arena zarandeada.</i> .....	29
<b>Tabla 12.</b> <i>Variación dimensional muestra patrón</i> .....	47
<b>Tabla 13.</b> <i>Variación dimensional 10% C.C.H + 4% PET</i> .....	49
<b>Tabla 14.</b> <i>Variación dimensional 15% C.C.H + 4% PET</i> .....	51
<b>Tabla 15.</b> <i>Variación dimensional 20% C.C.H + 4% PET</i> .....	53
<b>Tabla 16.</b> <i>Resultados de alabeo muestra patrón</i> .....	51
<b>Tabla 17.</b> <i>Resultados de alabeo 10% C.C.H + 4% PET</i> .....	52
<b>Tabla 18.</b> <i>Resultados de alabeo 15% C.C.H + 4% PET</i> .....	53
<b>Tabla 19.</b> <i>Resultados de alabeo 20% C.C.H + 4% PET</i> .....	54
<b>Tabla 20.</b> <i>Resultados de absorción de la muestra patrón</i> .....	56
<b>Tabla 21.</b> <i>Resultados de absorción 10% C.C.H + 4% PET</i> .....	57
<b>Tabla 22.</b> <i>Resultados de absorción 15% C.C.H + 4% PET</i> .....	58
<b>Tabla 23.</b> <i>Resultados de absorción 20% C.C.H + 4% PET</i> .....	59
<b>Tabla 24.</b> <i><math>f'_c</math> de la muestra patrón en unidades</i> .....	60
<b>Tabla 25.</b> <i><math>f'_c</math> con adición 10% C.C.H + 4% PET</i> .....	61
<b>Tabla 26.</b> <i><math>f'_c</math> con adición 15% C.C.H + 4% PET</i> .....	62
<b>Tabla 27.</b> <i><math>f'_c</math> con adición 20% C.C.H + 4% PET</i> .....	63
<b>Tabla 28.</b> <i>Resistencia a flexión muestra patrón</i> .....	65
<b>Tabla 29.</b> <i>Resistencia a flexión con adición 10% C.C.H + 4% PET</i> .....	66
<b>Tabla 30.</b> <i>Resistencia a flexión con adición 15% C.C.H + 4% PET</i> .....	67
<b>Tabla 31.</b> <i>Resistencia a flexión con adición 20% C.C.H + 4% PET</i> .....	68

<b>Tabla 32.</b> <i>f'c de la muestra patrón en pilas</i> .....	69
<b>Tabla 33.</b> <i>f'c de pilas con adición 10% C.C.H + 4% PET</i> .....	70
<b>Tabla 34.</b> <i>f'c de pilas con adición 15% C.C.H + 4% PET</i> .....	71
<b>Tabla 35.</b> <i>f'c de pilas con adición 20% C.C.H + 4% PET</i> .....	72
<b>Tabla 36.</b> <i>Resumen de variación dimensional muestra patrón y con adiciones...</i>	74
<b>Tabla 37.</b> <i>Resumen de alabeo de la muestra patrón y con adiciones.....</i>	75
<b>Tabla 38.</b> <i>Resumen de absorción muestra patrón y con adiciones.....</i>	76
<b>Tabla 39.</b> <i>Resistencia a compresión en unidades.....</i>	78
<b>Tabla 40.</b> <i>Resistencia a flexión en unidades.....</i>	79
<b>Tabla 41.</b> <i>Resistencia a compresión en pilas.....</i>	80
<b>Tabla 42.</b> <i>Prueba de normalidad de largo.....</i>	83
<b>Tabla 43.</b> <i>Resumen de contrastes de hipótesis V.D. largo .....</i>	83
<b>Tabla 44.</b> <i>Resumen de prueba Kruskal-Wallis de M. independientes V.D. largo .</i>	84
<b>Tabla 45.</b> <i>Comparaciones por parejas de Adición V.D. largo .....</i>	84
<b>Tabla 46.</b> <i>Prueba de normalidad de V.D. ancho .....</i>	85
<b>Tabla 47.</b> <i>Resumen de contrastes de hipótesis V.D. ancho .....</i>	85
<b>Tabla 48.</b> <i>Resumen de prueba Kruskal-Wallis de M. independientes V.D. ancho</i>	85
<b>Tabla 49.</b> <i>Comparaciones por parejas de Adición V.D. ancho.....</i>	86
<b>Tabla 50.</b> <i>Prueba de normalidad de V.D. alto .....</i>	86
<b>Tabla 51.</b> <i>Resumen de contrastes de hipótesis V.D. alto .....</i>	87
<b>Tabla 52.</b> <i>Resumen de prueba Kruskal-Wallis de M. independientes V.D. alto ...</i>	87
<b>Tabla 53.</b> <i>Comparaciones por parejas de Adición V.D. ancho.....</i>	88
<b>Tabla 54.</b> <i>Prueba de normalidad de absorción .....</i>	89
<b>Tabla 55.</b> <i>Pruebas de homogeneidad de varianzas de absorción .....</i>	89
<b>Tabla 56.</b> <i>Prueba ANOVA de absorción .....</i>	89
<b>Tabla 57.</b> <i>Pruebas post hoc de absorción.....</i>	90
<b>Tabla 58.</b> <i>Prueba de normalidad de alabeo cóncavo.....</i>	91
<b>Tabla 59.</b> <i>Resumen de contrastes de hipótesis alabeo cóncavo .....</i>	91
<b>Tabla 60.</b> <i>Resumen de prueba Kruskal-Wallis M. independientes A. cóncavo ....</i>	91
<b>Tabla 61.</b> <i>Comparaciones por parejas de Adición alabeo cóncavo .....</i>	92
<b>Tabla 62.</b> <i>Prueba de normalidad de alabeo convexo.....</i>	93
<b>Tabla 63.</b> <i>Resumen de contrastes de hipótesis alabeo convexo .....</i>	93
<b>Tabla 64.</b> <i>Resumen de prueba Kruskal-Wallis M. independientes A. convexo ....</i>	93

<b>Tabla 65.</b> <i>Comparaciones por parejas de Adición alabeo convexo</i> .....	94
<b>Tabla 66.</b> <i>Prueba de normalidad</i> .....	95
<b>Tabla 67.</b> <i>Pruebas de homogeneidad de varianzas del f'c</i> .....	95
<b>Tabla 68.</b> <i>Prueba ANOVA del f'c</i> .....	95
<b>Tabla 69.</b> <i>Pruebas post hoc del f'c</i> .....	96
<b>Tabla 70.</b> <i>Prueba de normalidad f'c pilas</i> .....	97
<b>Tabla 71.</b> <i>Pruebas de homogeneidad de varianzas f'c pilas</i> .....	97
<b>Tabla 72.</b> <i>Prueba ANOVA f'c pilas</i> .....	97
<b>Tabla 73.</b> <i>Pruebas post hoc f'c pilas</i> .....	98
<b>Tabla 74.</b> <i>Prueba de normalidad de R. flexión</i> .....	99
<b>Tabla 75.</b> <i>Pruebas de homogeneidad de varianzas de R. flexión</i> .....	99
<b>Tabla 76.</b> <i>Prueba ANOVA de R. flexión</i> .....	99
<b>Tabla 77.</b> <i>Pruebas post hoc R. flexión</i> .....	100

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Falla en muros de ladrillo artesanal.....	2
<i>Figura 2.</i> Ladrillo artesanal.....	9
<i>Figura 3.</i> f'c del ladrillo .....	12
<i>Figura 4.</i> Cáscara de huevo .....	13
<i>Figura 5.</i> Formula química del polietileno tereftalato.....	14
<i>Figura 6.</i> Plástico PET reciclado .....	15
<i>Figura 7.</i> Diseño cuasi experimental .....	17
<i>Figura 8.</i> Ladrillos con adiciones y muestra patrón .....	21
<i>Figura 9.</i> Proceso del PET para incorporar al ladrillo .....	24
<i>Figura 10.</i> Proceso de la cáscara de huevo .....	24
<i>Figura 11.</i> Proceso del quemado de la cáscara de huevo .....	25
<i>Figura 12.</i> Análisis granulométrico de la arcilla .....	27
<i>Figura 13.</i> Activación de la ceniza de cáscara de huevo.....	27
<i>Figura 14.</i> Tamizaje del PET.....	28
<i>Figura 15.</i> Análisis granulométrico de la arena zarandeada .....	30
<i>Figura 16.</i> Adición de PET en 4% .....	31
<i>Figura 17.</i> Adición de C.C.H en las tres dosificaciones.....	31
<i>Figura 18.</i> Reposo de la mezcla.....	32
<i>Figura 19.</i> Moldeado de los ladrillos.....	32
<i>Figura 20.</i> Secado de los ladrillos .....	33
<i>Figura 21.</i> horneado de los ladrillos .....	33
<i>Figura 22.</i> f'c de la muestra patrón.....	34
<i>Figura 23.</i> f'c con adición de 10% C.C.H + 4% PET .....	35
<i>Figura 24.</i> f'c con adición de 15% C.C.H + 4% PET .....	35
<i>Figura 25.</i> f'c con adición de 20% C.C.H + 4% PET .....	36
<i>Figura 26.</i> Resistencia a la flexión de la muestra patrón.....	37
<i>Figura 27.</i> Resistencia a la flexión con adición de 10% C.C.H + 4% PET.....	37
<i>Figura 28.</i> Resistencia a la flexión con adición de 15% C.C.H + 4% PET.....	38
<i>Figura 29.</i> Resistencia a la flexión con adición de 20% C.C.H + 4% PET.....	38
<i>Figura 30.</i> Prueba de variación dimensional .....	39
<i>Figura 31.</i> Prueba de alabeo.....	39

<i>Figura 32.</i> Prueba de absorción .....	40
<i>Figura 33.</i> Elaboración de pilas .....	40
<i>Figura 34.</i> Flujoograma de procedimientos .....	39
<i>Figura 35.</i> Variación dimensional muestra patrón .....	48
<i>Figura 36.</i> Variación dimensional 10% C.C.H + 4% PET .....	50
<i>Figura 37.</i> Variación dimensional 15% C.C.H + 4% PET .....	52
<i>Figura 38.</i> Variación dimensional 20% C.C.H + 4% PET .....	54
<i>Figura 39.</i> Resultados de alabeo muestra patrón.....	52
<i>Figura 40.</i> Resultados de alabeo 10% C.C.H + 4% PET.....	53
<i>Figura 41.</i> Resultados de alabeo 15% C.C.H + 4% PET.....	54
<i>Figura 42.</i> Resultados de alabeo 15% C.C.H + 4% PET.....	55
<i>Figura 43.</i> Resultados de absorción de la muestra patrón .....	56
<i>Figura 44.</i> Resultados de absorción 10% C.C.H + 4% PET.....	57
<i>Figura 45.</i> Resultados de absorción 15% C.C.H + 4% PET .....	58
<i>Figura 46.</i> Resultados de absorción 20% C.C.H + 4% PET.....	59
<i>Figura 47.</i> f'c de los ladrillos muestra patrón.....	61
<i>Figura 48.</i> f'c de los ladrillos con 10% C.C.H + 4% PET .....	62
<i>Figura 49.</i> f'c de los ladrillos con 15% C.C.H + 4% PET .....	63
<i>Figura 50.</i> f'c de los ladrillos con 20% C.C.H + 4% PET .....	64
<i>Figura 51.</i> Resistencia a flexión de la muestra patrón.....	65
<i>Figura 52.</i> Resistencia a flexión de 10% C.C.H + 4% PET .....	66
<i>Figura 53.</i> Resistencia a flexión de 15% C.C.H + 4% PET .....	67
<i>Figura 54.</i> Resistencia a flexión de 20% C.C.H + 4% PET .....	68
<i>Figura 55.</i> f'c de las pilas con 0% de adición .....	70
<i>Figura 56.</i> f'c de las pilas con adición 10% C.C.H + 4% PET.....	71
<i>Figura 57.</i> f'c de las pilas con adición 15% C.C.H + 4% PET.....	72
<i>Figura 58.</i> f'c de las pilas con adición 20% C.C.H + 4% PET.....	73
<i>Figura 59.</i> Variación dimensional muestra patrón y con adiciones.....	74
<i>Figura 60.</i> Alabeo de la muestra patrón y con adiciones.....	75
<i>Figura 61.</i> Alabeo de la muestra patrón y con adiciones.....	77
<i>Figura 62.</i> Comparación de f'c de ladrillos con adición y patrón .....	78
<i>Figura 63.</i> Comparación de ensayos a flexión con adiciones y patrón.....	79
<i>Figura 64.</i> Comparación de f'c pilas con adiciones y patrón .....	81

## RESUMEN

En la presente investigación tuvo como objetivo principal analizar la influencia de la adición de la ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en las propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal para viviendas, para ello se utilizó la metodología de enfoque cuantitativo, tipo aplicada y diseño cuasi experimental. La población en estudio fueron los ladrillos artesanales de la muestra patrón y con adiciones de plástico PET reciclado y ceniza de cáscara de huevo, se realizaron tres adiciones la primera adición fue 10% C.C.H + 4% de plástico PET reciclado, la segunda adición fue 15% C.C.H + 4% de plástico PET reciclado y la tercera adición fue 20% C.C.H + 4% de plástico PET reciclado, se obtuvo como resultado que los ladrillos con adición obtuvieron mayor resistencia a compresión y flexión sobrepasando la resistencia mínima que establece la norma E. 070. Pero la adición que obtuvo mayor mejora en la resistencia a flexión y compresión fue la adición de 10% C.C.H + 4% plástico PET reciclado.

La investigación concluye que la adición de la ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en las tres adiciones influyen significativamente en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal para viviendas.

Palabras clave: Ladrillo artesanal, ceniza de cáscara de huevo, PET, resistencia a la compresión.

## ABSTRACT

In the present investigation, the main objective was to analyze the influence of the addition of eggshell ash and recycled PET plastic on the physical-mechanical properties of artisanal brick for homes, for which the quantitative approach methodology, applied type and type applied, was used. quasi-experimental design. The population under study were the artisan bricks of the standard sample and with additions of recycled PET plastic and eggshell ash, three additions were made, the first addition was 10% C.C.H + 4% recycled PET plastic, the second addition was 15 % C.C.H + 4% recycled PET plastic and the third addition was 20% C.C.H + 4% recycled PET plastic, it was obtained as a result that the bricks with addition obtained greater resistance to compression and flexion exceeding the minimum resistance established by the E standard 070. But the addition that obtained the greatest improvement in flexural and compression resistance was the addition of 10% C.C.H + 4% recycled PET plastic.

The investigation concludes that the addition of eggshell ash and recycled PET plastic in the three additions significantly influence the improvement of the physical and mechanical properties of the artisanal brick for homes.

Keywords: Handmade brick, eggshell ash, PET, compressive strength.

## I. INTRODUCCIÓN

El mundo entero tiene como problema principal la contaminación ambiental lo cual viene produciendo el acelerado deterioro del medio ambiente, Ukaogo et al (2020) todas las actividades humanas que resultan en la degradación del ambiente natural son consideradas como contaminación, la mala salud es causada principalmente por la contaminación (p.2). Shen et al (2020) la gran cantidad de desechos de plásticos que se han vertido al medio ambiente en todo el mundo provoca el principal punto de contaminación, es necesario considerar la reutilización de este material (p.1). Banco et al (2021) proponen un sistema de observar los desechos de plásticos para tener informes de la cantidad que se encuentra en la tierra, agua y aire y evaluar un centro de recopilación (p.7770). Reyes (2022) menciona que al realizarse la recolección de plástico PET y derivarlo a un ambiente de reciclaje para luego ser reutilizado en distintas funciones contribuye al medio ambiente, Chu et al (2021) en los estudios que realizó, determinó que la cantidad de PET desechado es significativamente elevada, y el tratar estos residuos será un desafío a futuro. En un estudio realizado en el programa de naciones unidas para el medio ambiente, sostiene en conocimiento que es muy posible que la contaminación de estos residuos se duplique para el 2030, trayendo como consecuencias crisis en la salud, economía, biodiversidad y en el clima (p.2-6). Debido a ello a nivel internacional se presentan en la actualidad formas de reutilizar este material, en Malacia Alani et al (2019) planteó una nueva manera de elaborar el concreto de alto rendimiento con PET incorporado, así mismo se vienen realizando estudios para la elaboración de unidades de albañilería reemplazando algunos componentes por insumos que se tienen en la naturaleza y también con materiales reciclables, para de esta manera contribuir con el medio ambiente, Adiyanto et al (2023) propuso construir edificios con ladrillos elaborados con adiciones de PET reciclado con la finalidad de contribuir con el medio ambiente (p.1). Wahaba et al (2023) La arcilla es un material no renovable usado como materia prima en la elaboración de ladrillos, debido a esto se busca incorporar cáscara de huevo para incrementar su resistencia debido a que tiene un aporte de carbonato de calcio (p.79). La cáscara de huevo es otro desecho que se observa en gran cantidad, Ibrahim et al (2022) investigó una

manera de realizar ladrillos con la incorporación de cáscara de huevo. Con el pasar de los años se han estado realizando estudios en cuanto al uso del Polietileno Tereftalato, conforme al estudio se tiene en conocimiento que las unidades de albañilería satisfacen con lo que ordena la norma E.070, de esta manera podremos iniciar construcciones ecológicas, y a la vez estaremos reduciendo el impacto ambiental que se tiene a consecuencia de aquellos residuos. Se encontró una problemática ambiental en Huamanga debido a que en el 2020 el Ministerio del Ambiente señaló que al año en la provincia de Huamanga anualmente se genera 73,646.33 toneladas de residuos sólidos, lo cual al reutilizar el plástico PET y cáscara de huevo ayudará a disminuir los desechos y contribuirá con la reducción del calentamiento global.



*Figura 1. Falla en muros de ladrillo artesanal*

Otra de las problemáticas en la provincia de huamanga es que muchas veces los ladrillos elaborados artesanalmente no tienen los estándares de calidad mínima que se establece en la E.070, por ende, se busca reforzar la elaboración de este producto con las adiciones de ceniza de cascara de huevo y plástico PET reciclado, para que así incrementen la resistencia a la compresión. Mayorga et al (2022), menciona que al realizarse estudios sobre las propiedades físico-mecánico en materiales de construcción incorporando material PET en ellos, se conoce que los residuos adicionados aportan mejoras en algunas propiedades importantes. (p.1313). Da Silva (2021) nos da a conocer que el PET genera un aumento óptimo en el contenido de humedad (p.1). En cuanto a la propiedad que tiene la ceniza de cáscara de huevo, Yalley y Adogla (2022) mencionan que la

cáscara de huevo mejora significativamente las propiedades del ladrillo ya que aportan en la resistencia a la compresión del ladrillo (p.74). también se conoce que, Hasan et al (2021) incorporó cáscara de huevo para estabilizar suelos arcillosos en el cual obtuvo mejoras con el aporte de cáscara de huevo.

El ladrillo artesanal elaborado a base de arcilla en los últimos años viene tomando importancia en la construcción debido a que la realización es simple y económica, actualmente se conoce que la arcilla es muy solicitada para elaborar unidades de albañilería, esto trae como consecuencia que haya escases en distintos lugares del mundo. Debido a esto algunos países optan por limitar en el uso de la fabricación de ladrillos e indagar en nuevas formas de reemplazar este material, además se sabe que el Perú es considerado un País de vulnerabilidad sísmica debido a que nos encontramos adentro del cinturón de fuego del pacífico. El colapso de viviendas se debe principalmente a la informalidad de la construcción, la mayoría de la población elabora su vivienda con unidades de albañilería artesanal que no pasan por pruebas que verifiquen sus parámetros, lo que no garantiza su cumplimiento de sus estándares de calidad mínima requerida que ordena la norma E.070. Por ello en la investigación se buscó realizar la mejora en cuanto a las propiedades físico-mecánicas en los ladrillos artesanales que vienen realizándose en la provincia de Huamanga - distrito de Compañía sustituyendo la materia prima por ceniza de cáscara de huevo en 10%,15% y 20% que ayudó a mejorar su resistencia, también se adicionó plástico PET reciclado en un porcentaje de 4% para contribuir en la resistencia del ladrillo como nos da a conocer (Carlos y Gonzales, 2021, p.31). En función a la problemática se planteó como **problema general** lo siguiente: ¿Cuál es la incidencia de la adición de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal?; como **problemas específicos** se tuvieron los siguientes: ¿Cuál es la incidencia de la adición de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en las propiedades físicas?, también se tiene como segunda interrogante ¿Cómo influye la adición de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en las propiedades mecánicas?.

Se **justifica de manera teórica** la presente investigación, debido a que contribuye en los conocimientos de la ingeniería civil, con la nueva forma de elaborar ladrillos

artesanales que incrementan sus propiedades físico-mecánicas adicionando materiales desechados como vienen a ser la cáscara de huevo y el plástico PET reciclado, con los resultados obtenidos se pueden tomar como una propuesta para incorporarlo en el ámbito de la ingeniería civil y nuevas investigaciones que se realicen a futuro. De manera **práctica es justificada** por la necesidad de mejorar la resistencia de los ladrillos en el sector construcción con materiales desechables y así generar una reducción en la contaminación ambiental que se observa a nivel mundial. **Socialmente** la investigación se justifica mejorando propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal con el propósito de alargar la vida útil de este material y que cumplen con las especificaciones de la norma, esto beneficiará a las nuevas construcciones de viviendas brindándoles seguridad, ya que estos ladrillos tienen mayor resistencia a la compresión. Por ello se conoce la **justificación metodológica** de esta investigación la cual propone como nuevos aditivos la ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado para la elaboración de ladrillos mucho más resistentes que las convencionales.

Al realizar la investigación se consideró como **objetivo general** determinar la incidencia de la adición de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal, y se comprende como **objetivos específicos** analizar la incidencia de la adición de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en las propiedades físicas, como segundo objetivo específico se tiene evaluar la incidencia de la adición de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en las propiedades mecánicas. Teniendo los problemas y conociendo los objetivos se tiene como **hipótesis general** que la adición de la ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado inciden significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal y como **hipótesis específicas** la adición de ceniza de cáscara de huevo en 10%, 15%, 20% y plástico PET reciclado en 4% inciden de manera positiva significativamente en las propiedades físicas, y como segunda hipótesis se conoce que adicionando ceniza de cáscara de huevo en 10%, 15%, 20% y plástico PET reciclado 4% inciden de manera positiva significativamente en las propiedades mecánicas.

## II. MARCO TEÓRICO

A nivel mundial Alaloul et al (2020) en el artículo científico titulada propiedades mecánicas y térmicas de ladrillos entrelazados con incorporación de desechos de tereftalato de polietileno realizado en Malacia tiene como principal **objetivo** reutilizar las botellas de plástico en la realización de ladrillos convencionales elaborados de cemento y arcilla. La **metodología** que se uso fue incorporar tereftalato de polietileno molido en los porcentajes de 20%, 40%, 60% y 80% y ligante de poliuretano 20%, 40%, 60% y 80%, de los cuales se realizaron doce diseños de mezcla con diferentes porcentajes, en los **resultados** que se obtuvo se conoce que la resistencia a la compresión más alta obtenida es la que estuvo en relación de 60/40 de PET y PU de 5.3 Mpa y la resistencia a la compresión más baja es la que estuvo en relación 20/80 de PET y PU, con el resultado más alto se puede decir que la adición de estos dos componentes ayuda a incrementar la resistencia a la compresión, en cuanto al resultado de la resistencia a la tracción se obtuvo un resultado negativo y los resultados de la conductividad térmica dieron como resultado que a mayor porcentaje de incorporación de PET disminuye la conductividad térmica. Finalmente se **concluyó** que con la incorporación de estos aditivos se obtuvo un buen aporte en la resistencia a la compresión, pero también se conoce un resultado desfavorable en la resistencia a tracción y en cuanto a los resultados de la conductividad térmica se obtuvieron resultados satisfactorios.

Akinyele et al (2022) en el artículo científico que tiene por título PET en las propiedades estructurales del ladrillo en África tiene como **objetivo** principal conocer las propiedades del PET en la fabricación de ladrillos. Para ello la **metodología** fue realizar ladrillos con distintos porcentajes de PET en 5%, 10%, 15% y 20% estos porcentajes se reemplazaron en función de la arcilla, los ladrillos pasaron por una cocción de 900 °C en un tiempo de 48 horas y se obtuvo como **resultado** que la mayor cantidad de los ladrillos se desintegraron al momento de estar en el horno, posteriormente se sometieron a pruebas físicos y mecánicos y se obtuvo la absorción de agua máxima fue 10,29% y la f'c más alta fue de 5,15 N/mm<sup>2</sup> se **concluyó** que los ladrillos se pueden elaborar con PET, pero en

porcentajes menores a 5% ya que en ese porcentaje las condiciones son controladas.

Malek et al (2022), en el artículo científico titulada ladrillos elaborados de cemento y vidrio con andamios interiores de PET realizados en Polonia tuvo como **objetivo** principal la contribución de investigar formas de reutilizar estos desechos que hoy en día son un gran problema en la sociedad. La **metodología** aplicada fue realizar el andamio de estructura en base de residuos PET, para ahí realizar el ladrillo que tiene incorporación de residuos de vidrio de 1.782 kg/m<sup>3</sup>. Como **resultados** se conoce que la incorporar estos desechos mejora significativamente de manera positiva en las propiedades térmicas, en la resistencia a la flexión se obtuvo que a comparación del ladrillo patrón, el ladrillo con adición de desechos tiene un aumento elevado de resistencia a la flexión y en lo que resulta de la resistencia a la compresión también incrementó su resistencia. En **conclusión**, los investigadores nos dan a conocer que el uso del vidrio como agregado fino y el refuerzo de PET para los ladrillos permiten aplicar los principios de la economía circular en la práctica de la elaboración.

Gareca et al (2020) en el artículo científico titulada fabricación de ladrillo ecológico con desechos inorgánicos tuvo como principal **objetivo** evaluar características físicas y mecánicas del ladrillo ecológico utilizando residuos inorgánicos que disminuya la contaminación de la ciudad de Sucre y también así poder ver una nueva opción como material de construcción. La **metodología** que se usó se basó en realizar 3 maneras con distinta dosificación en cada material los cuales fueron poliestireno en un 5%, 7.5% y 9,0%, el poliestireno de baja densidad en un 0,5%, 1.0% y 2,0%, el polipropileno en un 2%,3,5% y 5,0% y polietileno Tereftalato en un 2,0%, 3,5% y 5,0%. Como **resultado** se tiene que las propiedades físico mecánicas son correspondientes a lo que establece la norma, teniendo como f'c más alta 128,10 Kg/cm<sup>2</sup> y absorción de 12 %. En **conclusión**, los autores mencionan que los ladrillos ecológicos son aptos para usarse en construcciones sin disminuir su calidad.

Ngayakamo et al (2020) en el artículo científico realizada en Nigeria titulada ladrillos de arcilla cocida con adiciones de polvo de granito y cáscara de huevo tuvo como **objetivo** principal reducir la contaminación y la degradación ambiental realizando con incorporación de desechos. La **metodología** empleada fue realizar tres adiciones la primera adición de 10% P.G y 5% P.C.H, la segunda adición 20% P.G y 10% P.C.H y la tercera adición 25% P.G y 15% P.C.H. Como **resultado** se obtuvo que los ladrillos con incorporación de 20% P.G y 10% P.C.H obtuvieron mayor resistencia a la compresión de 3,12 Mpa y absorción de 12,2 %, superando lo establecido de la norma. En **conclusión**, se tiene que los ladrillos elaborados con las adiciones de polvo de granito y polvo de cáscara de huevo tienen una mejora significativamente positiva en las propiedades físicas y mecánicas.

Angulo (2021) en su investigación de tesis de maestría titulada comparación de ladrillo sostenible con el ladrillo de arcilla realizada en Trujillo, tuvo como **objetivo** principal fortalecer las unidades de albañilería sostenible con referencia al ladrillo de arcilla que se realiza tradicionalmente para comprender los beneficios de uno y otro. La **metodología** empleada fue agregar perlitas de Poliestireno en un peso de 10kg/m<sup>3</sup>. Se puede decir que el **resultado** que el ladrillo sostenible si cumple con lo básico de los parámetros establecido. En **conclusión**, se conoce que hay un gran beneficio en la economía, social y ambiental al elaborar unidades de albañilería con perlitas de Poliestireno.

Castillo (2022) en la tesis de maestría titulada estabilidad de base de la carretera con ceniza de caña de azúcar, la investigación realizada en Huanchaco Trujillo tuvo como **objetivo** principal realizar mejora en la estabilización de base de la carretera con la ceniza de caña de azúcar. La **metodología** que se empleó fue adicionar en los porcentajes de 1%, 2% y 3%. Como **resultado** se obtuvo que las adiciones de ceniza de caña de azúcar en los porcentajes de 1%, 2% y 3% aporta en el incremento de CBR significativamente como también en el óptimo contenido de humedad, debido a estos aportes mejoró las propiedades físico-mecánicas del suelo. En **conclusión**, se obtuvo que la base de la carretera mejoró significativamente con los tres porcentajes de adición de ceniza de caña de

azúcar, brindándole así mayor resistencia al esfuerzo de corte con un módulo resiliente de 49429.12 psi.

La Torre (2022) en su tesis de doctorado realizó la investigación titulada ladrillos ecológicos suelo-cemento realizada en Lambayeque tuvo como **objetivo** principal reducir las contaminaciones producidas y mantener los factores ambientales del entorno. La **metodología** empleada fue realizar ladrillos con 3 tipos de suelos los cuales contiene el C1 70% de arena, el C2 75% de arena y el C3 80% de arena. Como **resultado** se conoció que el suelo A tiene como densidad  $1.37 \text{ g/cm}^3$  y el suelo B  $1.25 \text{ g/cm}^3$  y el suelo C  $1.34 \text{ g/cm}^3$ . La resistencia a la compresión que se obtuvo fue en el suelo 1 fue de 13.4 Mpa, en el suelo 2 fue de 13.98 Mpa y en el suelo 3 fue de 15.57 Mpa. En **conclusión**, las características físicas del ladrillo suelo- cemento cumplen con lo establecido de la norma.

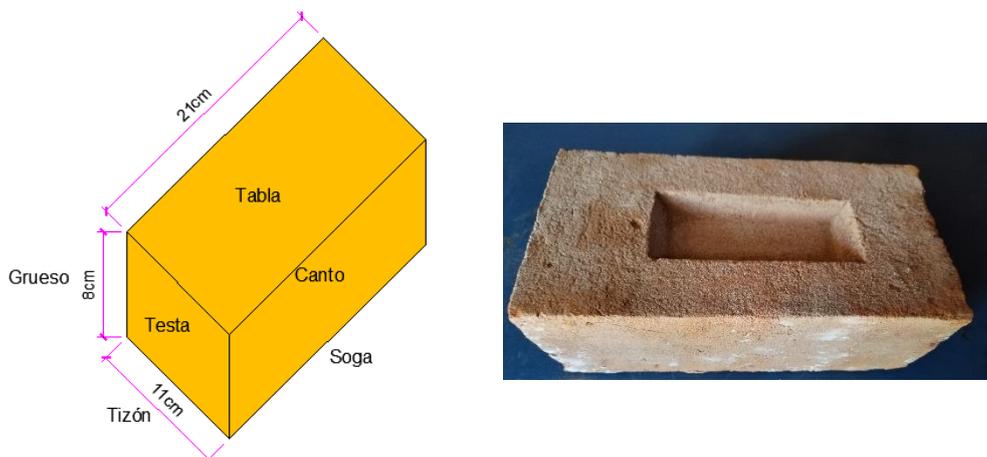
Benavidez et al (2021) en el artículo científico titulada ladrillos con PET y cal hidratado, en el que adicionó plástico reciclado y cal hidratado al ladrillo en Chota, tuvo como **objetivo** general calificar el ladrillo de concreto incrementando cal hidratado y PET. Tuvo como **metodología** empleada reemplazar las proporciones de cemento con cal hidratado en un 3,6 y 9% del peso en el cemento y también con PET en un porcentaje de 3,6 y 9%. Como **resultado** de la investigación se tuvo en la  $f'c$  en unidad  $188.75 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $f'c$  pilas  $180.32 \text{ Kg/cm}^2$  y el resultado de más alta fue 5.81 %. En **conclusión**, las dosificaciones del concreto adicionando cal hidratada y PET tienen mayor resistencia a la compresión.

Aragón (2022) en su investigación de tesis de doctorado realizó una investigación que se titula adobes con adición de fibras de polipropileno y quitosano en Arequipa en el cual tuvo como **objetivo** principal el mejorar las características mecánicas del adobe para ello se utilizó la **metodología** que fue reemplazar en el porcentaje de 0.4% de polipropileno en reemplazo del peso de la tierra y quitosano en un 0.2% diluido en agua para amasar la mezcla. Se realizó la comparación de la muestra patrón y con adiciones. Como **resultado** de la investigación se conoce que la incorporación de polipropileno ayudó a incrementar su resistencia en un 59% y la incorporación de quitosano produjo que la resistencia disminuya en un

10%. En **conclusión**, se obtuvo que al incorporar polipropileno en el adobe ayuda al incremento de su resistencia.

El uso de arcilla como material de construcción tiene una trascendencia muy antigua, una forma de elaboración de los ladrillos es adicionarle cascarilla de arroz o paja para incrementar su resistencia (Abdelmegeed 2020, p.263). En Perú y en la mayor parte de América del Sur se utiliza ladrillos artesanales para la elaboración de edificaciones, la albañilería representa el 56% de la infraestructura total del Perú. Estos ladrillos son elaborados a mano en hornos artesanales, muchas veces no cumplen los parámetros mínimos de la norma. (Gonzales, Aguilar, Huaco y Garber 2020, p.2)

El **ladrillo artesanal** elaborado en Ayacucho está compuesto principalmente por arcilla, la arcilla es un material natural que abunda en la superficie de la corteza terrestre, este material tiene una variedad granulométrica, la arcilla está compuesta por mezclas de silicatos de aluminio hidratado.



*Figura 2.* Ladrillo artesanal

En la disposición de la NTP E.070 los ladrillos deben cumplir con los parámetros mínimos establecidos, pueden estar elaborados de arcilla o concreto como materia prima y tendrán que lograr la resistencia específica y su estabilidad volumétrica. La resistencia a la compresión es la principal característica para evaluar el uso de la albañilería estructural, (Cuza 2022, p. 90).

**Tabla 1. Clases de ladrillos con fin estructural**

Tipos (Clases)	Variación del dimensionamiento			Alabeo de (máximo en mm)	Resistencia a la compresión (min, en kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
I	8	6	4	10	4.9 Mpa (50)
II	7	6	4	8	6.9 Mpa (70)
III	5	4	3	6	9.3 Mpa (95)
IV	4	3	2	4	12.7 Mpa (130)
Tipo V	3	2	1	2	17.6 Mpa (180)
Bloque P (1)	4	3	2	4	4.9 Mpa (50)
Bloque NP (2)	7	6	4	8	2.0 Mpa (20)

Fuente: NTP E.070

Limitaciones de la unidad de albañilería: los ladrillos tienen límites en su aplicación lo cual observamos a continuación en la tabla:

**Tabla 2. Límites del uso de la unidad de albañilería para fines estructurales**

TIPO	ZONA SISMICA 2 Y 3		ZONA SISMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo el edificio
Sólido artesanal	No	Sí, hasta 2 pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí	Sí	Sí
	Celdas totalmente rellenas con grout	Celdas parcialmente rellenas con grout	Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

Fuente: NTP E.070

**Tabla 3. Incremento de  $f'_m$  y  $v'_m$  por edad**

Edad		14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1,15	1,05
	Ladrillos de concreto	1,25	1,05
Pilas	Ladrillos de arcilla y concreto	1,10	1,00

Fuente: NTP E.070

A continuación, se muestra las características de las unidades de albañilería que deben cumplir para ser clasificados de acuerdo a la resistencia de compresión.

**Tabla 4. Resistencias características de la albañilería  $Mpa$  ( $kg/cm^2$ )**

Materia Prima	Clase	Unidad	Pilas	Muretes
Arcilla	Clase I - Artesanal	4,9 (50)	3,4 (35)	0,50 (5,1)
	Clase II - Artesanal	6,9 (70)	3,9 (40)	0,55 (5,6)
	Clase III - Artesanal	9,3 (95)	4,6 (47)	0,64 (6,5)
	Clase IV - Industrial	12,7 (130)	6,4 (65)	0,79 (8,1)
	Clase V - Industrial	17,6 (180)	8,3 (85)	0,90 (9,2)
Concreto	Industrial Portante	17,5 (178)	7,0 (71)	0,44 (4,5)
Sílice-cal	Industrial Portante	12,6 (129)	10,1 (103)	0,93 (9,5)

Fuente: NTP E.070

**Tabla 5. Factores de corrección de  $f'_m$  por esbeltez**

Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

Fuente: NTP E.070

Pruebas a realizarse en la unidad de albañilería son:

- Resistencia a la compresión (NTP 399.613).
- Resistencia a flexión (NTP 399.613).
- Variación dimensional (NTP 399.613).
- Alabeo (NTP 399.613).
- Absorción (NTP 399.613).

Para realizar las pruebas de  $f'_c$  se realizará de dos maneras las cuales son:

- Unidad.
- Pilas.



*Figura 3. f'c del ladrillo*

El huevo es un alimento indispensable hoy en día, el cual tiene una alta demanda por ser una gran fuente de nutrientes, la cáscara de huevo es un elemento desechable que termina en los contenedores de basura, la reutilización de este material aporta beneficios en las propiedades físico-mecánicas del ladrillo.

La ceniza de cáscara de huevo tiene como propiedad fundamental óxidos de calcio (CaO), lo que es muy importante en la elaboración de los componentes principales de los ladrillos de arcilla los cuales son los encargados de velar por la propiedad mecánica del ladrillo en la resistencia a desarrollarse. (Aizpurúa, Moreno y Caballero, 2018, p.29-37). Bedoya y Valencia (2020) nos dan a conocer que la cáscara de huevo está conformada en un 95% de compuestos minerales y en un porcentaje de 3,0% a 3.5% por componentes orgánicos (p.11).

El 10% del peso total del huevo corresponde a la cáscara, la cual está conformada por los minerales de 98,2% de calcio, 0,9% de magnesio el cual aporta dureza y 0,9% de fósforo (Chingal, 2015, p.6). Ngayakamo et al menciona que las propiedades y durabilidad son muy favorables para la elaboración de ladrillo con ceniza de cáscara de huevo esto debido a que la cáscara de huevo incrementa la densificación y vitrificación (p.10). Ibrahim et al (2022) se conoce también que la cáscara de huevo en los ladrillos aporta resistencias superiores a lo establecido

(p.1). La cáscara de huevo se obtendrá del reciclaje de los residuos las pastelerías, restaurantes y viviendas de la provincia de Huamanga.



*Figura 4. Cáscara de huevo*

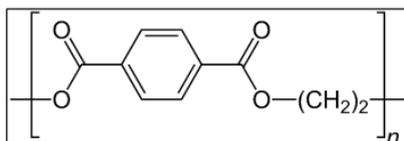
Plástico PET reciclado, los materiales de plástico actualmente se utilizan en todos los sectores ya que es fácil de manipular y tiene una textura ligera (Houssame et al, 2020, p.2). La cantidad generada de PET asciende a miles y millones toneladas métricas al año. Por ello se viene fomentando la producción sostenible de materiales de construcción. Para ello son necesarios realizar pruebas físicas y mecánicas de los ladrillos con incorporaciones de PET (Ikechukwu y Naghizadeh, 2022, p. 881). Alaloul (2020) analiza que el PET puede ser incorporado triturado o también de manera fundida ya que su principal característica del PET es ser flexible y fácil moldeado (p.1). Viene a ser un material que se tiene en la actualidad en grandes proporciones debido al crecimiento de la población. Según un análisis en función al comportamiento referente al calor tiene una alta resistencia, así como también su vida útil es prolongada. (Chhazed et al, 2019, p.617) indica que el incremento de plástico PET en el ladrillo incrementa la f'c. las propiedades físicas.

**Tabla 6. Propiedades físicas del PET**

Propiedad	Unidad	Valor
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	1,34 – 1.39
Resistencia a la tensión	MPa	59 – 72
Resistencia a la compresión	MPa	76 – 128
Resistencia al impacto, Izod	J/mm	0.01 – 0.04
Dureza	--	Rockwell M94 – M101
Dilatación térmica	10 <sup>-4</sup> / °C	15.2 – 24
Resistencia al calor	°C	80 – 120
Resistencia dieléctrica	V/mm	13780 – 15750
Constante dieléctrica (60 Hz)	--	3.65
Absorción de agua (24 h)	%	0.02
Velocidad de combustión	mm/min	Consumo lento
Efecto luz solar	--	Se decolora ligeramente
Calidad de mecanizado	--	Excelente
Calidad óptica	--	Transparente a opaco
Temperatura de fusión	°C	244 - 254

Fuente: Industria del plástico, plástico industrial. Richardson y Lokensgard.

(Miguel, 2020, p.10) especifica que el polietileno tereftalato es un polímero lineal que contiene un elevado grado de transparencia, termo plasticidad, en la figura siguiente se muestra la formula química del PET.



*Figura 5. Formula química del polietileno tereftalato*

Tomado de: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/220589/1/808258.pdf>.

El plástico viene a ser un material polimérico que está compuesto de molécula orgánica, el uso actualmente está deteriorando el ecosistema en los últimos años. Por ello se realizaron análisis de en función al comportamiento de calor y se separaron en dos grupos termoestable y termoplástico (Zambrano, castro y carrillo, 2022, p. 6). El reciclaje concientizará a la población ya que será un material viable para realizar un nuevo producto con PET contribuyendo con el

medio ambiente, (Zabala, 2018, p.13). El plástico PET reciclado se obtendrá del reciclaje de viviendas, tiendas y restaurantes de la provincia de Huamanga.



*Figura 6. Plástico PET reciclado*

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1 Tipo de investigación: aplicada**

El tipo de investigación aplicada realiza conocimientos con el objetivo de brindar solución a las problemáticas que atraviesa la sociedad. Esta investigación se centra principalmente en descubrimientos tecnológicos, realizando así el proceso de enlazar lo teórico con el producto (Lozada, 2014, p.47).

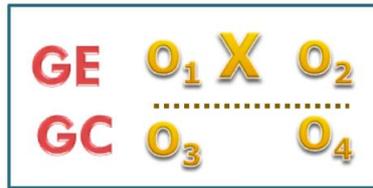
La investigación fue de tipo aplicada debido a que se contrastó la teoría con la realidad a través de los ensayos en laboratorio que se realizó. Además brindó solución a la población en cuanto a la contaminación ambiental, como también a la mejora en las propiedades del ladrillo reutilizando el plástico PET y las cáscaras de huevo que se desechan a diario, además ayudó en un porcentaje que la arcilla sea sustituida por aquellos componentes disminuyendo así la degradación acelerada de este recurso.

##### **3.1.2 Diseño de investigación: Cuasi experimental**

El diseño experimental busca encontrar las causas de un fenómeno, se observa el efecto causado por la variable independiente sobre la variable dependiente, dentro del diseño experimental se tiene la categoría cuasi experimental la cual estudia el impacto de tratamiento y los procesos de cambio donde las unidades de investigación no han sido seleccionadas aleatoriamente (Hernández, 2014, p. 151).

El diseño de investigación fue cuasi experimental debido a que la selección no fue de manera aleatoria. Se buscó comparar la causa-efecto de la incorporación de C.C.H y PET reciclado en las propiedades del ladrillo artesanal, se realizaron ensayos de laboratorio del ladrillo artesanal patrón sin adiciones y ladrillos con adiciones.

- **Esquema**



*Figura 7. Diseño cuasi experimental*

Tomado de: <https://slideplayer.es/slide/1018316/>

En el cual:

X= Variable experimental.

O<sub>1</sub> O<sub>3</sub> = Mediciones pre-test de la variable dependiente

O<sub>2</sub> O<sub>4</sub> = Mediciones post-test de la variable dependiente

### 3.2 Variable y operacionalización:

**Variable independiente:** ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado.

#### a) Definición conceptual:

- **Ceniza de cáscara de huevo:** Tiene como propiedad fundamental óxidos de calcio (CaO), lo que es muy importante en la elaboración de los componentes principales de cementantes los cuales son los encargados de velar por la propiedad del cemento y de su resistencia a desarrollarse. (Aizpurúa, Moreno y Caballero, 2018, p.29-37). Los ladrillos de arcilla que son incorporados ceniza de cáscara de huevo tienen mayor resistencia a compresión debido a las propiedades de la cáscara de huevo (Elavarasan, Priya, Elango y Shahithyaa, 2023, p.3).
- **Plástico PET reciclado:** el plástico es un material que se caracteriza por su larga vida útil, es un buen aislante eléctrico y térmico, también se caracteriza por tener alta resistencia a disolventes, ácidos y materiales corrosivos. El PET (Tereftalato de polietileno) los encontramos en envases de bebidas de gaseosa, aceites, artículos de utensilios descartables, artículos de farmacia, entre otros. (Bolaños,2019, p.14-15). Además, el PET cumple con los requerimientos establecidos para ser incorporado en el

ladrillo artesanal (Aneke, 2021, p.15). se conoce que el PET reduce significativamente la carga muerta en las construcciones (Karslioğlu, 2021, p.7).

**b) Definición operacional:** Se adicionó ceniza de cáscara de huevo en 10%, 15% y 20% en remplazo del volumen de la arcilla más plástico PET reciclado 4% también en reemplazo del volumen de la arcilla.

**c) Dimensiones:** Porcentaje de la adición de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado.

**d) Indicadores:** ceniza de cáscara de huevo en 10%,15% y 20% y plástico PET reciclado en 4%.

**e) Instrumento:** recolección de plástico PET reciclado y cáscara de huevo.

**f) Escala de medición:** Razón.

**Variable dependiente:** propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal.

**a) Definición conceptual:** Aguilera (2016) nos indica que aquella propiedad mecánica es la que describe el comportamiento de un componente debido al aplicarle fuerzas sobre el componente. Se conoce como las principales propiedades mecánicas del ladrillo el módulo de rotura, resistencia al impacto y el f'c. (p.37).

**b) Definición operacional:** Se realizó ensayos según la NTP E.070 de albañilería con la adición de ceniza de cáscara de huevo más plástico PET reciclado.

**c) Dimensiones:** propiedades físicas y mecánicas.

**d) Indicadores:**

- Propiedades físicas: variación dimensional, alabeo, absorción.
- Propiedades mecánicas: resistencia a la compresión en unidad y pilas de tres unidades.
- Propiedades mecánicas: ensayo a flexión.

**e) Instrumento:** ensayos de laboratorio.

**f) Escala de medición:** razón.

### 3.3 Población, muestra y muestreo

**Población:** viene a ser un grupo de individuos o elementos de los que se quiere conocer sus características o algo al realizar una investigación. El mundo o la población está conformado por seres humanos y por materias (Pineda, 1994, p.108).

Se indica que la población en estudio son los ladrillos artesanales de la muestra patrón y con adición de plástico PET reciclado más ceniza de cáscara de huevo en porcentajes distintos los cuales se muestran a continuación.

**Tabla 7. Población**

Ensayo a los 7 días									
Ensayos	Prueba con adición del 0% (muestra patrón)	Cantidad de ladrillos	Prueba 10% ceniza de cáscara de huevo + 4% PET reciclado	Cantidad de ladrillos	Prueba 15% ceniza de cáscara de huevo + 4% PET reciclado	Cantidad de ladrillos	Prueba 20% ceniza de cáscara de huevo + 4% PET reciclado	Cantidad de ladrillos	Total, de ladrillos
Resistencia a compresión de unidades	5	5	5	5	5	5	5	5	20
Resistencia a flexión de unidades	5	5	5	5	5	5	5	5	20
Variación dimensional - Alabeo	10	10	10	10	10	10	10	10	40
Absorción	5	5	5	5	5	5	5	5	20
Ensayo a los 21 días									
Resistencia a compresión en pilas	3	9	3	9	3	9	3	9	36
TOTAL									136

Fuente: Elaboración propia

Para realizar esta investigación la población estuvo conformada por 136 ladrillos artesanales.

**Muestra:** se llama muestra a un subconjunto de población en que se busca recolectar información de datos, y se tiene que determinar como también

delimitar con exhaustiva precisión, asimismo tiene que ser representativo de la población (Sampieri, 2017, p.173).

La muestra se consideró toda la población (muestra censal).

**3.3.1 Muestreo:** el muestreo no probabilístico es aplicada generalmente por los investigadores debido a que permite que el investigador elija las unidades de muestreo de forma arbitral. Al momento de realizar este tipo de muestreo las unidades a experimentar se seleccionan por un criterio que no implica la elección al azar por ello los individuos no presentan la probabilidad de ser incluidos en el estudio. La selección de muestra probabilística por conveniencia elije el muestreo debido a las características en particular que este posee (Pereyra, 2021, p.27-28). En la investigación se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia.

**3.3.2 Unidad de análisis:** Se conoce como unidad de análisis a un fenómeno que se selecciona para un determinado estudio, se puede definir como un conjunto de unidades del objeto a realizarse el estudio para estudiar los fenómenos que ocurren en él (Alba, Gallegos y Huamán, 2011, p.147).

Por lo tanto, la unidad de análisis de esta investigación es el ladrillo artesanal al cual se le adicionó ceniza de cáscara de huevo en los porcentajes de 10%,15% y 20% en reemplazo del volumen de la arcilla y plástico PET reciclado 4% en reemplazo también del volumen de la arcilla, las dimensiones del ladrillo serán en soga 21cm, Tizón 11cm y grueso 8cm.



Figura 8. Ladrillos con adiciones y muestra patrón

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1 Técnica:

**3.4.1.1 Observación directa:** esta técnica de la observación directa posee una ventaja de visualizar el proceso de la investigación, esto concede visualizar la secuencia que se sigue al iniciar, desarrollar y culminar la investigación, esta secuencia se sigue sin tener la necesidad de interponerse durante el proceso de pruebas (Rojas, 2011, p. 286).

La técnica fue la observación directa, ya que se acudió al laboratorio para la recolección y observación de datos en los diferentes ensayos que se realizaron y posteriormente realizó la interpretación de los datos obtenidos.

**3.4.1.2 Análisis documental:** es el análisis de información mediante el cual se define necesidades que se busca resolver, para ello se recopila información, se valida la fuente y procesa la información, luego se registra el contenido para posteriormente realizar la toma de decisiones (Sánchez y Vega, 2003, p. 51).

Se realizó la técnica de análisis documental ya que se recopiló información de investigaciones realizadas anteriormente acerca del tema que se investigó para poder comparar los resultados obtenidos.

### 3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

**3.4.2.1 Formato de recolección de datos:** es la etapa donde la persona investigadora tiene en conocimiento la variable de lo que se está estudiando, durante la etapa se seleccionará el instrumento a aplicarse, para así poder medir el comportamiento de la variable en estudio. Así mismo se seleccionará instrumentos los cuales se usará en el trabajo de campo, esto con la finalidad de conocer los datos estudiados (Useche, 2019, p.29-30).

Los instrumentos de recolección de datos fueron los archivos técnicos específicos que dieron a conocer los resultados obtenidos en las distintas pruebas que se realizaron en los ladrillos modificados.

- Formato de ensayo de resistencia a la compresión (NTP 399.613).
- Formato de ensayo a flexión (NTP 399.613 - INEN 293).
- Variación dimensional (NTP 399.613).
- Alabeo (NTP 399.613).
- Absorción (NTP 399.613).

**3.4.2.2 Validez:** se trata de revisar la realidad de medición el cual muestre un nivel alto de confianza, esto se determina por mediante una medición aislada, sea cual sea la realidad a la que se refieren (Martínez, 2006, p.7).

La validez se dio a través de la confiabilidad de los profesionales expertos quienes dieron su validez a los formatos y procedimientos que se realizaron mediante su firma, así también se corroboró la realización de los ensayos en un laboratorio de confianza con los ensayos acreditados por INACAL.

**3.4.2.3 Confiabilidad:** se refiere a que el instrumento a usarse tenga un grado de aplicación anterior en otras investigaciones realizadas, y esté en buenas condiciones para que genere resultados eficientes (Useche, 2019, p.61).

La confiabilidad se dio a través de la calibración de los equipos e instrumentos del laboratorio, además se tiene la confiabilidad de que las pruebas que se realizaron estuvieron acreditadas por INACAL.

### **3.5 Procedimientos:**

Los procedimientos que se realizaron para la elaboración del ladrillo artesanal con adición de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado y los ensayos que se detallarán a continuación.

#### **Primera etapa de gabinete:**

Se revisó y recopiló información mediante artículos científicos, tesis de doctorado y tesis de maestría.

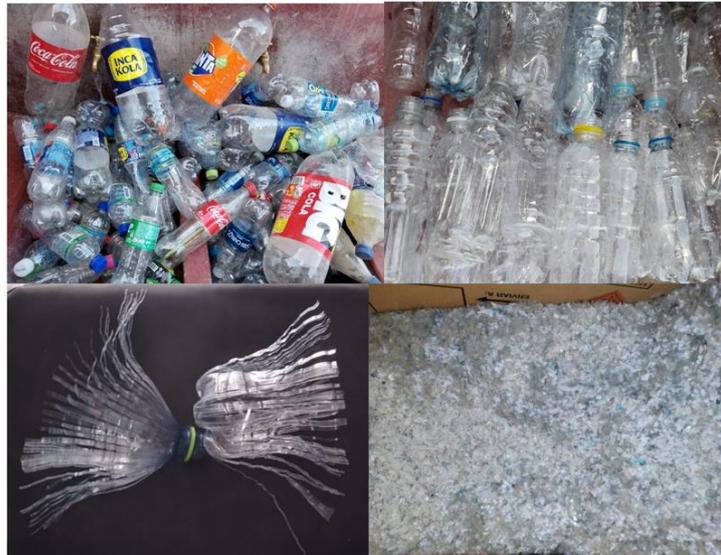
Se localizó y seleccionó la ladrillera en la que se realizaron los ladrillos con las tres adiciones en distintas proporciones y la muestra patrón.

#### **Segunda etapa de campo:**

- Se realizó la recolección de 30 costales de cáscara de huevo de las pastelerías, pollerías y restaurantes de la provincia de Huamanga el cual comúnmente se desecha a la basura.
- Posteriormente fueron lavados y se realizó el secado durante 3 días.
- Una vez limpios y secos se procedieron a la calcinación de la cáscara de huevo.
- En caso del plástico PET reciclado se realizó la recolección de plástico PET reciclado en una cantidad de 20 kg el cual de igual manera se recolectó de los restaurantes, pollerías, recreos, viviendas, y calles.
- Posteriormente se realizó el cortado del plástico PET reciclado teniendo como tamaño máximo de 4.75mm y como tamaño mínimo de 0.84mm.

Luego se realizó la proporción del plástico PET reciclado según los porcentajes determinados.

En la vista a continuación se observa el proceso de transformación del PET para adicionar al ladrillo en un 4%.



*Figura 9.* Proceso del PET para incorporar al ladrillo

La figura a continuación muestra el proceso de recolección, lavado y secado de la cáscara de huevo, para posteriormente convertirlo en ceniza.



*Figura 10.* Proceso de la cáscara de huevo

A continuación, se aprecia la reducción de la cáscara de huevo de manera artesanal previo a ser llevado al horno.



Figura 11. Proceso del quemado de la cáscara de huevo

### Tercera etapa de laboratorio:

- Se realizó en análisis de la arcilla con la que se elaboró el ladrillo, para así determinar las características de la arcilla a utilizar en la elaboración.

Resultados de los ensayos de la arcilla:

- Contenido de humedad – NTP 339.127  
De los ensayos realizados se obtuvo en contenido de humedad promedio 10.4%.
- Análisis granulométrico – NTP 339.128  
El análisis granulométrico de la arcilla determinó que por la malla N° 200 pasa 89.51%.
- Clasificación de la arcilla utilizada en la elaboración de los ladrillos de muestra patrón y con adiciones de C.C.H más PET reciclado - NTP 339.134  
La arcilla al clasificarse por SUCS, se determina que pertenece al grupo de arcillas de baja plasticidad.
- Límite de atterberg  
Límite líquido (LL): 40.9%.  
Límite plástico (LP):23.6%

Índice de plasticidad: 17.2%

**Tabla 8. Análisis granulométrico de la arcilla**

Contenido de humedad W (%)	10.40%
Porcentaje que pasa por la malla N° 200	89.51%
Suelo tipo CL: SUCS	Arcilla ligera arenosa
Límite de Atterberg	(LL) 40.9%
	(LP) 23.6%
	(IP) 17.2%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9. Análisis granulométrico de la arcilla**

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
10"	254.000						Masa inicial: 1250.0
6"	152.400						Masa fracción: 131.1
5"	127.000						% Grava: 0.39
4"	101.600						% Arena: 10.10
3"	76.200						% Finos: 89.51
2 1/2"	63.500						Coefficientes de uniformidad y curvatura
2"	50.800						D10 (mm): 0.008
1 1/2"	38.100						D30 (mm): 0.025
1"	25.400						D60 (mm): 0.050
3/4"	19.050						Cu: 6.00
1/2"	12.700						Cc: 1.500
3/8"	9.525				100.00		D15(mm): 0.013
1/4"	6.350	3.1	0.25	0.25	99.75		D50(mm): 0.042
N° 4	4.750	1.8	0.14	0.39	99.61		D85(mm): 0.071
N° 8	2.380	9.2	0.74	1.13	99.87		Clasificación AASHTO Y SUCS
N° 10	2.000	6.8	0.54	1.67	98.33		Clasificación (AASHTO): A-7-6
N° 16	1.190	10.5	0.84	2.51	97.49		Índice de Grupo (IG): (17)'
N° 20	0.840	10.9	0.87	3.38	96.62		
N° 30	0.590	10.1	0.81	4.19	95.81		Clasificación (SUCS): CL
N° 40	0.426	9.8	0.78	4.97	95.03		ARCILLA LIGERA ARENOSA
N° 50	0.297	16.7	1.34	6.31	93.69		
N° 60	0.250	11.3	0.90	7.21	92.79		
N° 80	0.177	11.0	0.88	8.09	91.91		
N° 100	0.149	13.5	1.08	9.17	90.83		OBSERVACIONES:
N° 200	0.075	16.5	1.32	10.49	89.51		
< N° 200		1118.9	89.51	100.00			

Fuente: Elaboración propia

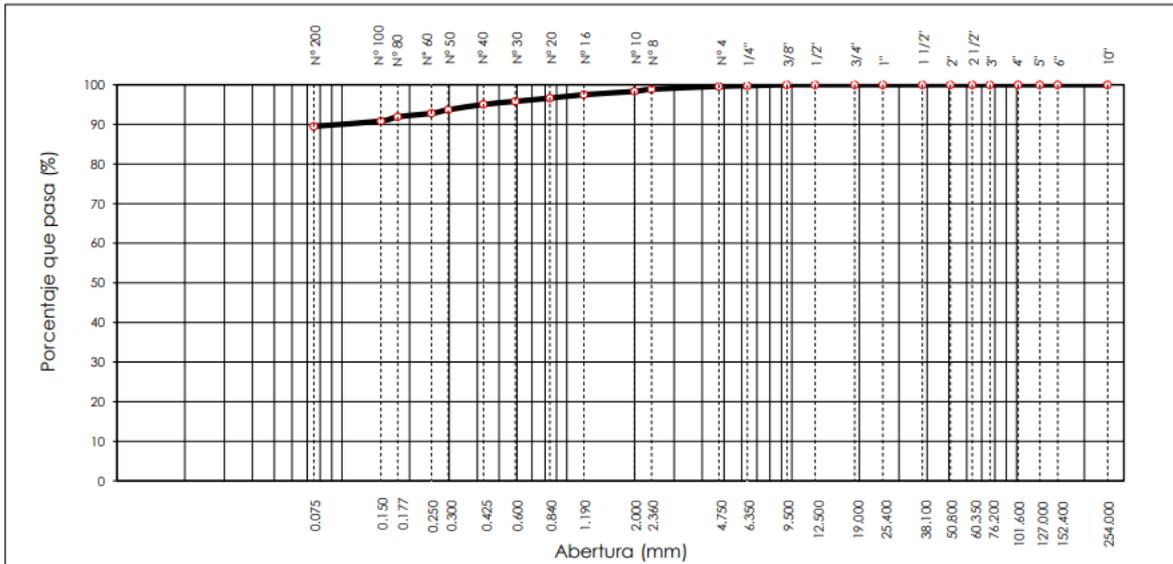


Figura 12. Análisis granulométrico de la arcilla

- Se realizó el tamizaje de la ceniza de cáscara de huevo, para lo cual se utilizó la malla N° 200.
- Luego se realizó la activación de C.C.H. A continuación, se muestra la activación de la C.C.H el cual pasa al horno por tres horas a una temperatura de 600 °C.



Figura 13. Activación de la C.C.H

- Análisis químico de la C.C.H, se realizó el análisis para determinar la composición química de la ceniza, lo cual se muestra en la tabla a continuación.

**Tabla 10. Análisis químico de la C.C.H**

Análisis Químico	Componente	Unidad	Resultado
Ceniza de cáscara de huevo	Óxido de Calcio CaO	%	86.20
	Óxido de Fósforo P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0.54
	Óxido de Potasio K <sub>2</sub> O	%	0.24
	Óxido de Magnesio MgO	%	6.63
	Óxido de Azufre SO <sub>4</sub>	%	0.10

Fuente: Elaboración propia

- Tamizaje del PET cortado.  
Se realizó este ensayo para determinar el tamaño del plástico PET reciclado el cual se obtuvo como tamaño mínimo pasó por la malla N° 20 de 0.84mm y como máximo que pasó por la malla N° 4 de 4.75mm.



*Figura 14. Tamizaje del PET*

- Se realizó el análisis granulométrico por tamizado de la arena zarandeada para el mortero de las pilas.

**Tabla 11. Análisis granulométrico de la arena zarandeada.**

Tamiz	AASHTO T-27 (mm)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que pasa	Especificación	Descripción de la muestra
10"	254.000						Masa inicial: 1575.6
6"	152.400						Masa fracción: 1383.9
5"	127.000						% Grava: 0.00
4"	101.600						% Arena: 98.31
3"	76.200						% Finos: 1.69
2 1/2"	63.500						<b>Coefficientes de uniformidad y curvatura</b>
2"	50.800						D10 (mm): 0.218
1 1/2"	38.100						D30 (mm): 0.359
1"	25.400						D60 (mm): 0.824
3/4"	19.050						Cu: 3.78
1/2"	12.700						Cc: 0.719
3/8"	9.525						D15(mm): 0.256
1/4"	6.350						D50(mm): 0.607
N° 4	4.750				100.00	100 100	D85(mm): 1.728
N° 8	2.380	70.40	4.47	4.47	95.53	95 100	<b>Clasificación AASHTO Y SUCS</b>
N° 10	2.000	80.50	5.11	9.58	90.42		<b>Clasificación (AASHTO):</b>
N° 16	1.190	254.60	16.16	25.74	74.26	70 100	<b>Indice de Grupo (IG):</b> -1
N° 20	0.840	213.20	13.53	39.27	60.73		
N° 30	0.590	181.50	11.52	50.79	49.21	40 75	<b>Clasificación (SUCS):</b>
N° 40	0.426	167.30	10.62	61.41	38.59		
N° 50	0.297	261.70	16.61	78.01	21.99	10 35	
N° 60	0.250	124.70	7.91	85.93	14.07		
N° 80	0.177	145.40	9.23	95.16	4.84		
N° 100	0.149	26.40	1.68	96.83	3.17	2 15	<b>OBSERVACIONES:</b>
N° 200	0.075	23.20	1.47	98.31	1.69	0 2	
< N° 200		191.70	12.17	110.47			

Fuente: Elaboración propia

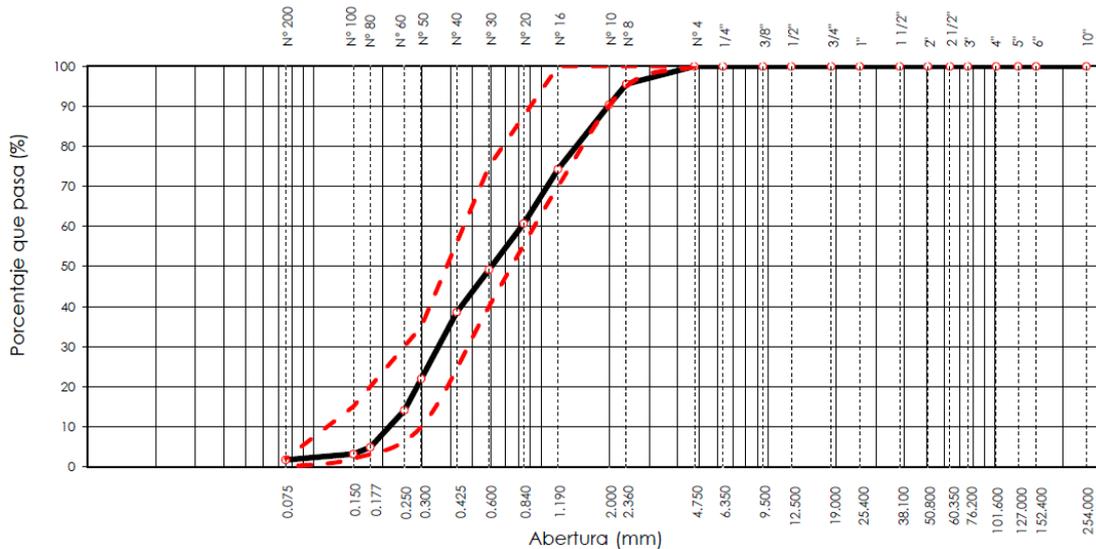


Figura 15. Análisis granulométrico de la arena zarandeada

#### Cuarta etapa de campo:

Se realizó los ladrillos con las distintas adiciones:

- La primera adición estuvo en función de reemplazar 10% de C.C.H en función al volumen de la arcilla y 4% plástico PET reciclado también en reemplazo de la arcilla.
- La segunda adición estuvo en función de reemplazar 15% de C.C.H en función al volumen de la arcilla y 4% plástico PET reciclado también en reemplazo de la arcilla.
- La tercera adición estuvo en función de reemplazar 20% de C.C.H en función al volumen de la arcilla y 4% plástico PET reciclado también en reemplazo de la arcilla.

En la imagen se observa la adición del plástico PET en un 4% siendo sustituido en función del volumen de la arcilla.



Figura 16. Adición de PET en 4%

A continuación, se observa el mezclado de la muestra patrón y las mezclas con las adiciones de C.C.H en los porcentajes de 10% C.C.H + PET 4%, 15% C.C.H + PET 4%, 20% C.C.H + PET 4%.



Figura 17. Adición de C.C.H en las tres dosificaciones

A continuación, observamos el reposo de la masa patrón y las tres masas con adiciones de 10% C.C.H + PET 4%, 15% C.C.H + PET 4%, 20% C.C.H + PET 4%, el cual se elaboró un día antes del moldeado de los ladrillos.



*Figura 18.* Reposo de la mezcla

Una vez ya reposado la mezcla al día siguiente se realizó el moldeado de los ladrillos el cual se observa a continuación.



*Figura 19.* Moldeado de los ladrillos

Posteriormente, después de realizar los ladrillos artesanales pasan al proceso de secado durante 10 días, para así llevarlos al horno durante cuatro días para el proceso de cocción y luego se esperaron cuatro días de enfriado para ser retirados del horno.



*Figura 20. Secado de los ladrillos*



*Figura 21. horneado de los ladrillos*

### Quinta etapa de laboratorio:

Se realizó la elaboración de los formatos de registros de datos para los ensayos que se realizaron.

Primer ensayo: se realizaron los ensayos de laboratorio de la muestra patrón a los 7 días, de igual manera para las adiciones de 10% de C.C.H + plástico PET reciclado 4%, 15% de C.C.H + plástico PET reciclado 4% y 20% de C.C.H + plástico PET reciclado 4%.

Los ensayos en laboratorio que se realizaron fueron:

- Resistencia a la compresión en unidad (NTP 399.613).

A continuación, se muestra las características de la máquina que se utilizó para realizar la resistencia a la compresión:

Equipo: máquina doble rango para ensayos a compresión

Modelo: PC-42D

Serie: 286

Capacidad máxima: 1000 KN

Fabricante: PINZUAR S.A.S.



Figura 22.  $f'_c$  de la muestra patrón



Figura 23.  $f'c$  con adición de 10% C.C.H + 4% PET



Figura 24.  $f'c$  con adición de 15% C.C.H + 4% PET



Figura 25. f'c con adición de 20% C.C.H + 4% PET

- Resistencia a la flexión (NTP 399.613).

A continuación, se muestra las características de la máquina que se utilizó para realizar la resistencia a la flexión:

Equipo: máquina doble rango para ensayos a compresión

Modelo: PC-42D

Serie: 286

Capacidad máxima: 1000 KN

Fabricante: PINZUAR S.A.S.

Se realizaron los ensayos de flexión de la muestra patrón, así como también de los ladrillos con las adiciones de 10% de C.C.H + plástico PET reciclado 4%, 15% de C.C.H + plástico PET reciclado 4% y 20% de C.C.H + plástico PET reciclado 4%.



Figura 26. Resistencia a la flexión de la muestra patrón



Figura 27. Resistencia a la flexión con adición de 10% C.C.H + 4% PET



Figura 28. Resistencia a la flexión con adición de 15% C.C.H + 4% PET



Figura 29. Resistencia a la flexión con adición de 20% C.C.H + 4% PET

- Variación dimensional (NTP 399.613).

Para realizar la prueba de variación dimensional, se utilizó como instrumento principal el vernier, con el cual se midió el largo, ancho y alto.



*Figura 30. Prueba de variación dimensional*

- Alabeo (NTP 399.613).

Para realizar el ensayo de alabeo se utilizó una regla metálica y cuña metálica para medir las deformaciones de ambas caras del ladrillo y determinar la concavidad y convexidad.



*Figura 31. Prueba de alabeo*

- Absorción (NTP 399.613).

Se realizó el ensayo de absorción para lo cual se utilizó una balanza y un contenedor profundo para sumergir los ladrillos y el horno.



Figura 32. Prueba de absorción

Segundo ensayo: se realizaron los ensayos de laboratorio de la muestra patrón a los 21 días, de igual manera para las adiciones de 10% de C.C.H y plástico PET reciclado 4%, 15% de C.C.H y plástico PET reciclado 4% y 20% de C.C.H y plástico PET reciclado 4%.

- Resistencia a la compresión en pilas (NTP 399.613).



Figura 33. Elaboración de pilas

### **Sexta etapa de gabinete**

Se recolectaron los resultados obtenidos de todos los ensayos realizados de los ladrillos con adiciones y la muestra patrón, posteriormente se realizó una base de datos en excel para luego ser analizadas en el programa SPSS, para finalmente realizar las conclusiones, discusiones y recomendaciones respecto a las propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal con adiciones de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado.

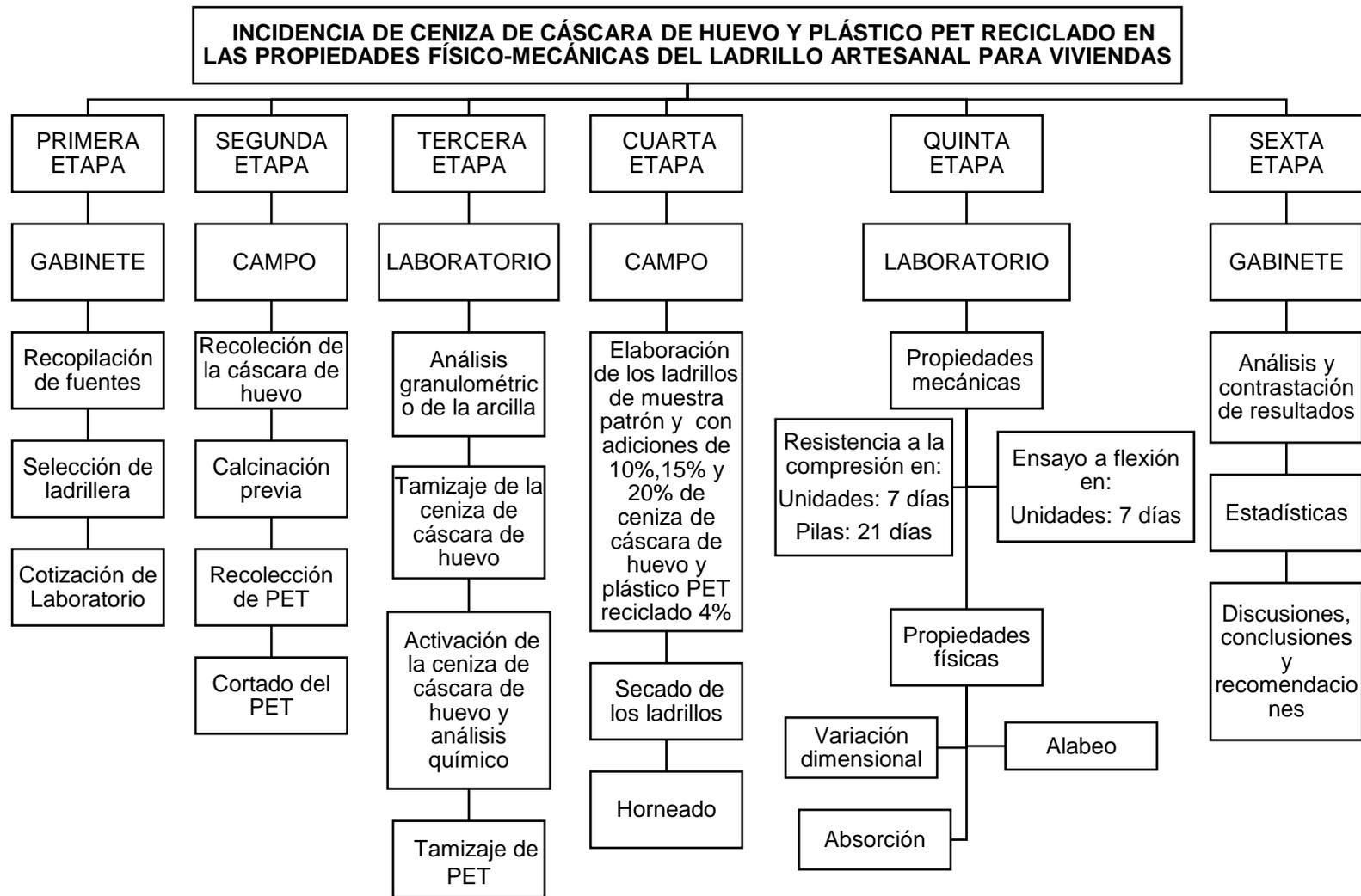


Figura 34. Flujograma de procedimientos

Fuente: Elaboración propia

### **3.6 Método de análisis de datos**

Para realizar el procesamiento de información se utilizó el programa estadístico del SPSS, que contiene el procedimiento de análisis de varianzas ANOVA (Analysis of Variance) llamada también prueba F del análisis de la varianza. Esta se encarga de verificar si las poblaciones contemplan la misma media, comparando cuan separadas se encuentran entre ellas a razón de la variación existente en la muestra. El método estadístico que se empleó fue la estadística descriptiva, se realizó el cálculo de promedio aritmético de aquellos datos que se obtuvieron para lo cual se usó el programa de Excel. De igual manera se usó la estadística inferencial en el que se recopiló la muestra de datos de la población para obtener resultados válidos para lo cual se usó el SPSS.

### **3.7 Aspectos éticos**

La presente investigación se desarrolló de manera transparente para así tener resultados apropiados, se obtuvo como referencias textuales de acuerdo a los derechos de autoría, tesis de maestría y artículos científicos, se trabajó con la norma ISO 690 UCV para realizar las citas y referencias de manera correcta y respetando los derechos de los autores. Se utilizó la NTP E.070 de albañilería, como también la norma ecuatoriana INEN 295 para analizar los resultados. Para la obtención de similitud de plagio se utilizó la plataforma Turnitin, respetando la confiabilidad y valides de los datos que se obtuvieron del laboratorio.

## **IV. RESULTADOS**

Una vez terminados los procesos de elaboración de ladrillos artesanales con las adiciones de 10% de C.C.H + plástico PET reciclado 4%, 15% de C.C.H + plástico y PET reciclado 4%, 20% de C.C.H + plástico y PET reciclado 4% y también la muestra patrón, fueron aplicados los ensayos físicos y mecánicos, cuyos resultados permitieron analizar cada objetivo planteado de este proyecto.

### **4.1 Descripción general**

La recolección de cáscaras de huevo se dio en mayor parte del comercio como vienen a ser las pastelerías y restaurantes de Ayacucho, ya que es ahí donde se genera mayor cantidad de residuos, por otro lado, la recolección de botellas descartables también se recolectó de restaurantes, licorerías y de las calles, posteriormente pasaron por un proceso para ser adicionados en la arcilla. La elaboración del ladrillo se realizó en el distrito de Compañía donde se encuentran ladrilleras, posterior a ello se realizaron los ensayos físicos y mecánicos en el laboratorio.

### **4.2 Objetivo específico 1**

El primer objetivo fue analizar la incidencia de la adición de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en las propiedades físicas del ladrillo artesanal para viviendas, por ello se compararon los resultados de los ensayos realizados donde se analizó dicha incidencia.

#### **Resultados de variación dimensional**

A continuación, en las tablas se muestran los resultados de los ensayos que se realizaron a los ladrillos de muestra patrón y con las distintas adiciones de C.C.H. + PET reciclado, se utilizaron diez ladrillos de cada adición para realizar los ensayos de las dimensiones, para determinar su variación dimensional se compararon los resultados con lo establecido de la norma E.070.

**Tabla 12. Variación dimensional muestra patrón**

Nº	Muestra	LARGO					ANCHO					ALTURA						
		Largo 01	Largo 02	Largo 03	Largo 04	Largo Promedio	Ancho 01	Ancho 02	Ancho 03	Ancho 04	Ancho Promedio	Altura 01	Altura 02	Altura 03	Altura 04	Altura Promedio		
1	M-1	208.80	208.10	209.70	209.90	209.13	111.90	113.95	111.20	112.80	112.46	81.80	82.80	85.40	83.60	83.40		
2	M-2	211.20	211.40	211.20	211.90	211.43	113.50	115.50	112.70	114.20	113.98	82.20	82.50	85.70	83.10	83.38		
3	M-3	207.40	210.40	208.50	209.90	209.05	111.90	113.20	111.60	113.00	112.43	83.40	82.60	84.80	85.90	84.18		
4	M-4	208.10	210.40	209.20	211.00	209.68	111.20	112.60	112.10	113.70	112.40	84.30	84.80	82.00	81.00	83.03		
5	M-5	208.50	207.40	209.10	209.00	208.50	112.00	113.30	112.30	112.90	112.63	82.10	83.55	84.40	83.60	83.41		
6	M-6	213.00	212.80	213.30	213.40	213.13	115.30	117.40	115.10	118.55	116.59	84.10	83.50	83.50	83.00	83.53		
7	M-7	212.90	211.80	213.00	211.90	212.40	116.70	117.50	116.10	117.10	116.85	85.00	84.90	84.60	83.80	84.58		
8	M-8	209.80	209.30	210.00	209.70	209.70	113.50	114.20	113.30	114.70	113.93	79.50	82.30	84.80	82.70	82.33		
9	M-9	210.50	209.00	209.70	210.70	209.98	113.00	114.40	112.10	113.10	113.15	84.90	83.70	84.00	84.00	84.15		
10	M-10	208.70	209.20	209.70	209.65	209.31	111.90	114.00	112.20	113.60	112.93	81.60	81.20	84.60	84.60	83.00		
	DIMENSIÓN PROMEDIO (mm)					210.23						113.73						83.50
	DIMENSIÓN ESPECIFICADA (mm)					210.00						110.00						80.00
	DESVIACIÓN ESTANDAR (mm)					1.47						1.59						0.63
	VARIACIÓN DIMENCIONAL (%)					0.11						3.39						4.37
	COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)					0.70						1.40						0.75

Fuente: Elaboración propia



Figura 35. Variación dimensional muestra patrón

**Tabla 13. Variación dimensional 10% C.C.H + 4% PET**

Nº	Muestra	LARGO					ANCHO					ALTURA						
		Largo 01	Largo 02	Largo 03	Largo 04	Largo Promedio	Ancho 01	Ancho 02	Ancho 03	Ancho 04	Ancho Promedio	Altura 01	Altura 02	Altura 03	Altura 04	Altura Promedio		
1	M-1	209.40	209.40	210.00	208.60	209.35	111.50	111.90	111.70	113.30	112.10	84.70	85.00	84.00	84.10	84.45		
2	M-2	211.70	212.70	213.50	210.90	212.20	112.20	112.25	111.50	112.25	112.05	85.10	84.70	81.80	85.10	84.18		
3	M-3	208.50	207.10	208.90	209.70	208.55	112.45	112.10	112.10	112.35	112.25	82.40	83.10	83.40	83.30	83.05		
4	M-4	209.20	208.90	210.10	209.80	209.50	112.10	112.90	113.00	114.10	113.03	83.90	87.70	83.40	83.30	84.58		
5	M-5	212.35	212.70	213.10	213.20	212.84	112.00	112.40	112.10	112.20	112.18	85.00	85.10	83.20	83.45	84.19		
6	M-6	208.10	207.80	208.10	208.70	208.18	111.90	113.70	110.90	112.30	112.20	81.70	83.10	86.00	82.70	83.38		
7	M-7	208.20	208.30	209.20	208.40	208.53	112.00	113.20	112.30	112.10	112.40	82.90	84.80	84.30	84.60	84.15		
8	M-8	208.20	207.40	208.50	208.00	208.03	112.20	113.48	111.52	112.30	112.38	82.10	82.90	82.10	83.10	82.55		
9	M-9	208.20	207.40	208.50	208.00	208.03	112.15	112.28	112.15	113.75	112.58	84.00	83.80	83.90	85.10	84.20		
10	M-10	211.30	211.20	212.60	211.80	211.73	113.62	113.14	113.10	113.15	113.25	83.30	82.10	85.80	84.40	83.90		
	DIMENSIÓN PROMEDIO (mm)					209.69						112.44						83.86
	DIMENSIÓN ESPECIFICADA (mm)					210.00						110.00						80.00
	DESVIACIÓN ESTANDAR (mm)					1.47						0.33						0.54
	VARIACIÓN DIMENCIONAL (%)					0.15						2.22						4.83
	COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)					0.83						0.30						0.64

Fuente: Elaboración propia

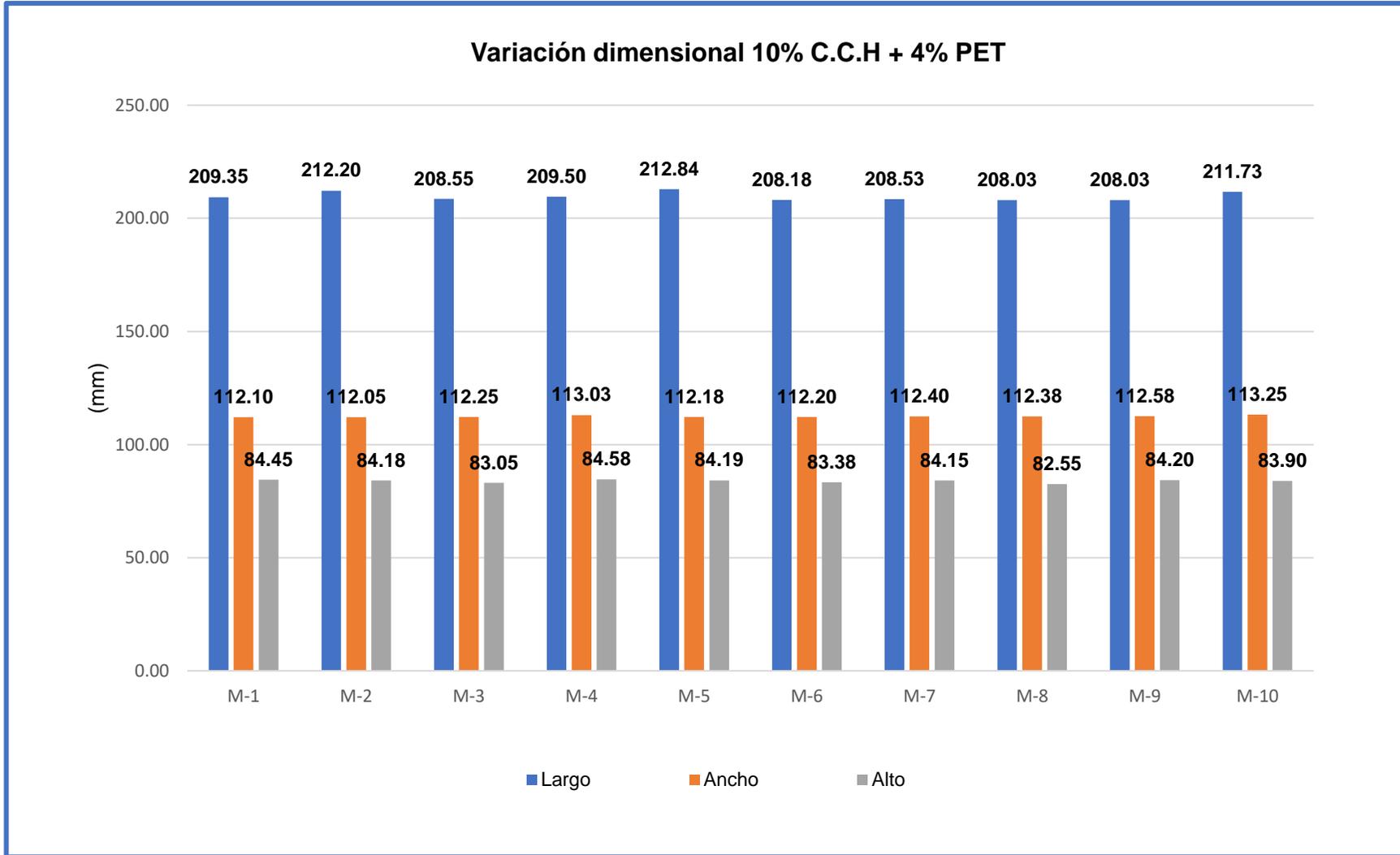


Figura 36. Variación dimensional 10% C.C.H + 4% PET

**Tabla 14. Variación dimensional 15% C.C.H + 4% PET**

N°	Muestra	LARGO					ANCHO					ALTURA						
		Largo 01	Largo 02	Largo 03	Largo 04	Largo Promedio	Ancho 01	Ancho 02	Ancho 03	Ancho 04	Ancho Promedio	Altura 01	Altura 02	Altura 03	Altura 04	Altura Promedio		
1	M-1	208.20	209.30	209.10	208.70	208.83	112.00	114.55	113.80	114.00	113.59	85.10	85.60	82.70	82.60	84.00		
2	M-2	209.10	210.40	207.90	209.80	209.30	114.50	114.10	112.50	113.10	113.55	83.40	84.20	84.40	84.60	84.15		
3	M-3	207.70	210.10	208.40	208.00	208.55	112.80	112.80	113.00	114.30	113.23	85.30	83.60	83.30	81.90	83.53		
4	M-4	206.50	210.40	207.90	210.00	208.70	112.60	113.20	112.40	114.00	113.05	84.20	83.90	85.40	84.25	84.44		
5	M-5	207.45	208.80	207.40	209.70	208.34	112.05	112.80	111.50	112.60	112.24	84.50	82.85	84.70	85.30	84.34		
6	M-6	206.90	208.80	208.40	209.10	208.30	110.90	112.20	111.90	113.00	112.00	83.70	84.70	83.60	83.20	83.80		
7	M-7	207.70	210.10	207.60	210.10	208.88	112.20	113.70	111.40	112.80	112.53	83.90	83.50	85.30	83.70	84.10		
8	M-8	207.60	211.20	208.00	211.10	209.48	113.50	115.20	113.50	113.90	114.03	83.50	83.30	85.40	83.70	83.98		
9	M-9	206.50	210.00	206.40	209.20	208.03	111.80	112.30	112.20	113.60	112.48	84.80	84.90	82.70	83.30	83.93		
10	M-10	206.80	210.30	207.00	210.00	208.53	113.70	113.80	113.10	115.20	113.95	85.90	82.90	86.80	83.70	84.83		
	DIMENSIÓN PROMEDIO (mm)					208.69						113.06						84.11
	DIMENSIÓN ESPECIFICADA (mm)					210.00						110.00						80.00
	DESVIACIÓN ESTANDAR (mm)					0.32						0.61						0.63
	VARIACIÓN DIMENCIONAL (%)					0.62						2.78						5.13
	COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)					0.15						0.54						0.35

Fuente: Elaboración propia

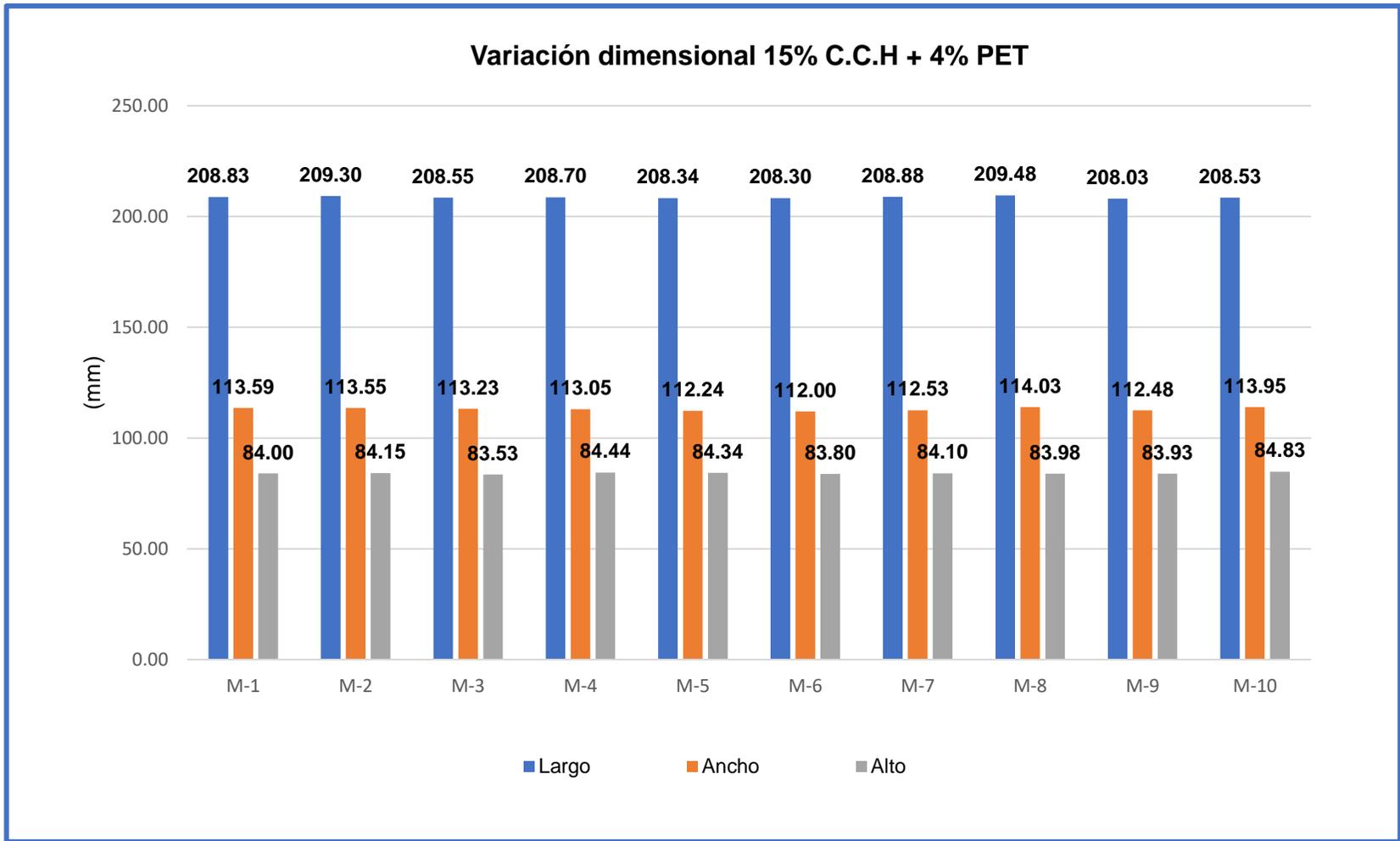


Figura 37. Variación dimensional 15% C.C.H + 4% PET

**Tabla 15. Variación dimensional 20% C.C.H + 4% PET**

N°	Muestra	LARGO					ANCHO					ALTURA						
		Largo 01	Largo 02	Largo 03	Largo 04	Largo Promedio	Ancho 01	Ancho 02	Ancho 03	Ancho 04	Ancho Promedio	Altura 01	Altura 02	Altura 03	Altura 04	Altura Promedio		
1	M-1	208.90	209.70	209.60	209.20	209.35	114.00	112.30	115.40	113.50	113.80	84.40	84.20	84.00	83.00	83.90		
2	M-2	207.20	209.20	209.50	208.60	208.63	112.30	114.10	113.10	113.40	113.23	85.90	82.60	83.70	83.50	83.93		
3	M-3	209.00	208.30	209.40	209.50	209.05	113.20	112.20	112.10	111.50	112.25	80.50	82.20	83.50	83.80	82.50		
4	M-4	209.20	208.80	210.70	211.10	209.95	114.70	112.80	113.50	112.90	113.48	83.00	82.60	85.10	84.60	83.83		
5	M-5	208.80	209.20	211.00	209.90	209.73	113.80	114.50	113.00	114.10	113.85	81.90	80.00	83.50	83.70	82.28		
6	M-6	209.40	209.70	210.00	210.00	209.78	111.70	113.40	112.70	113.50	112.83	83.70	84.10	82.90	83.90	83.65		
7	M-7	207.40	207.30	208.00	207.80	207.63	112.40	115.70	113.00	114.70	113.95	82.70	84.70	82.30	81.70	82.85		
8	M-8	209.60	209.60	210.70	208.80	209.68	114.00	112.40	114.10	112.10	113.15	83.50	83.50	83.20	85.10	83.83		
9	M-9	209.30	207.20	209.30	210.10	208.98	111.70	112.70	111.40	113.80	112.40	84.40	85.00	83.20	83.00	83.90		
10	M-10	209.20	209.90	210.00	209.50	209.65	114.40	115.00	112.10	113.80	113.83	83.00	83.20	85.00	84.90	84.03		
	DIMENSIÓN PROMEDIO (mm)					209.24						113.28						83.47
	DIMENSIÓN ESPECIFICADA (mm)					210.00						110.00						80.00
	DESVIACIÓN ESTANDAR (mm)					0.76						0.58						0.69
	VARIACIÓN DIMENCIONAL (%)					0.36						2.98						4.33
	COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)					0.36						0.51						0.82

Fuente: Elaboración propia

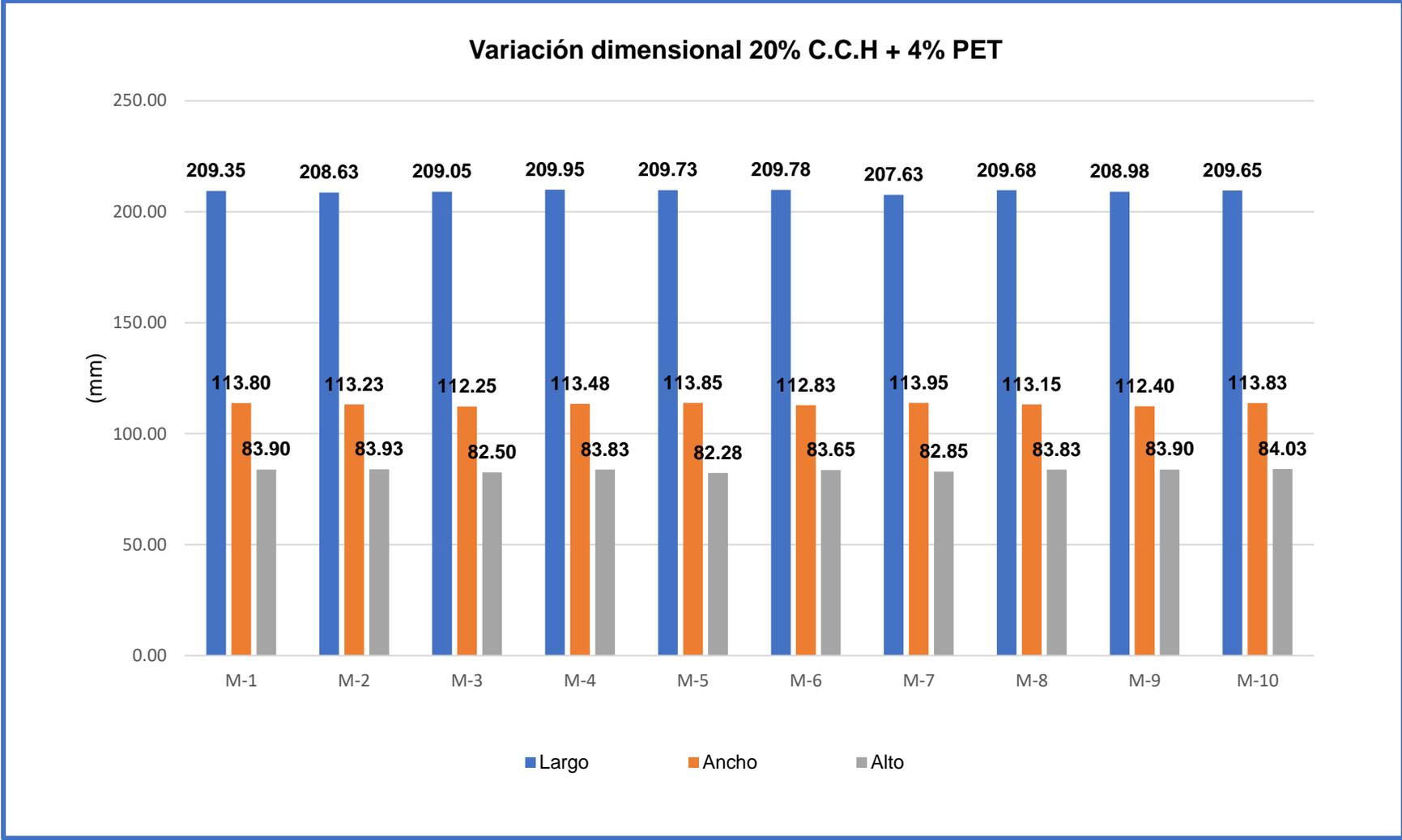


Figura 38. Variación dimensional 20% C.C.H + 4% PET

## Resultados de alabeo

Para realizar la prueba de alabeo se utilizó una regla y una cuña como materiales de medición, se tomaron diez unidades de cada adición de los porcentajes de C.C.H y PET reciclado y de la muestra patrón, a continuación, en las tablas se muestran los resultados que se obtuvieron.

**Tabla 16.** Resultados de alabeo muestra patrón

Muestra	Cara A		Cara B		Promedio Por Unidad De Albañilería		Alabeo Promedio Cóncavo (mm)	Alabeo Promedio Convexo (mm)	Alabeo Máximo Cóncavo (mm)	Alabeo Máximo Convexo (mm)
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)				
M-1	1.10	0.00	0.00	1.30	0.55	0.65	0.74	0.59	2.00	2.10
M-2	1.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.25				
M-3	1.00	0.00	0.00	0.60	0.50	0.30				
M-4	1.50	0.00	0.00	1.00	0.75	0.50				
M-5	1.90	0.00	0.00	2.10	0.95	1.05				
M-6	1.70	0.00	0.00	1.00	0.85	0.50				
M-7	2.00	0.00	0.00	1.50	1.00	0.75				
M-8	1.30	0.00	0.00	1.70	0.65	0.85				
M-9	2.00	0.00	0.00	2.00	1.00	1.00				
M-10	1.00	0.00	0.30	0.00	0.65	0.00				

Fuente: Elaboración propia

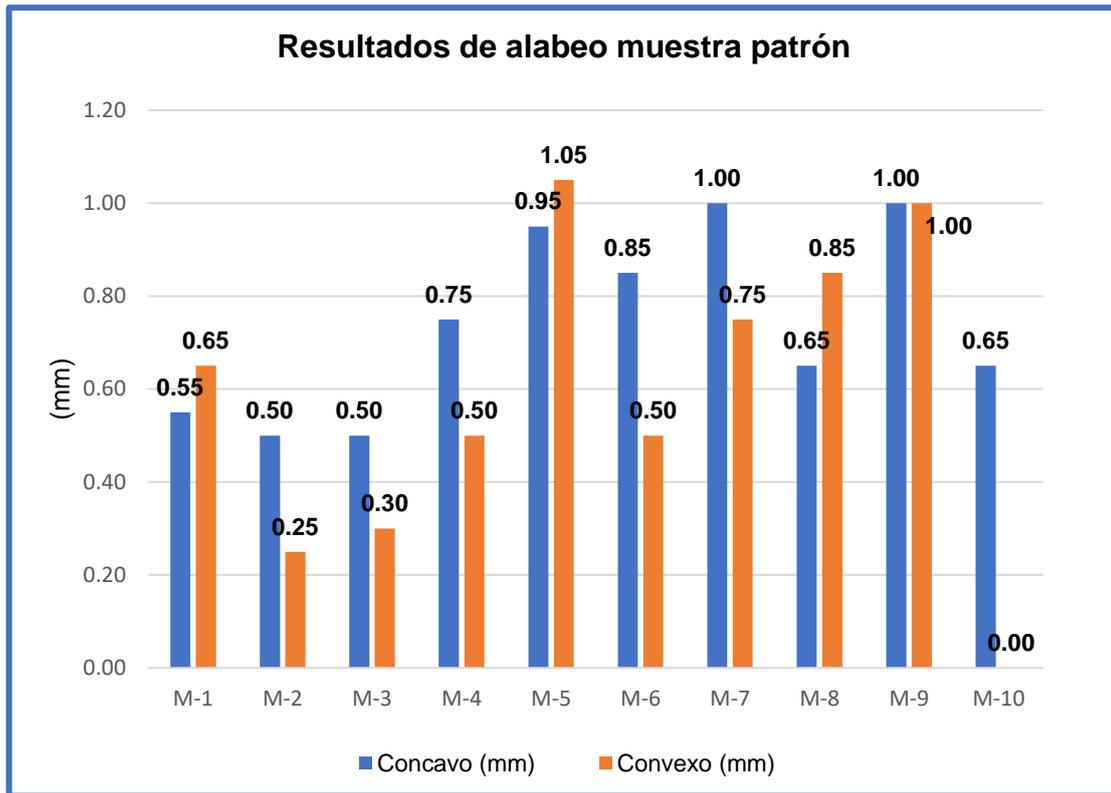


Figura 39. Resultados de alabeo muestra patrón

Tabla 17. Resultados de alabeo 10% C.C.H + 4% PET

Muestra	Cara A		Cara B		Promedio Por Unidad De Albañilería		Alabeo Promedio Cóncavo (mm)	Alabeo Promedio Convexo (mm)	Alabeo Máximo Cóncavo (mm)	Alabeo Máximo Convexo (mm)
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)				
M-1	0.90	0.00	0.00	0.70	0.45	0.35	0.50	0.38	1.10	1.00
M-2	1.00	0.00	0.00	1.00	0.50	0.50				
M-3	0.40	0.00	0.50	0.00	0.45	0.00				
M-4	0.60	0.00	0.00	1.00	0.30	0.50				
M-5	0.90	0.00	0.50	0.00	0.70	0.00				
M-6	1.10	0.00	0.00	1.00	0.55	0.50				
M-7	1.00	0.00	0.00	0.90	0.50	0.45				
M-8	1.00	0.00	0.00	0.90	0.50	0.45				
M-9	1.00	0.00	0.00	1.00	0.50	0.50				
M-10	1.00	0.00	0.00	1.00	0.50	0.50				

Fuente: Elaboración propia

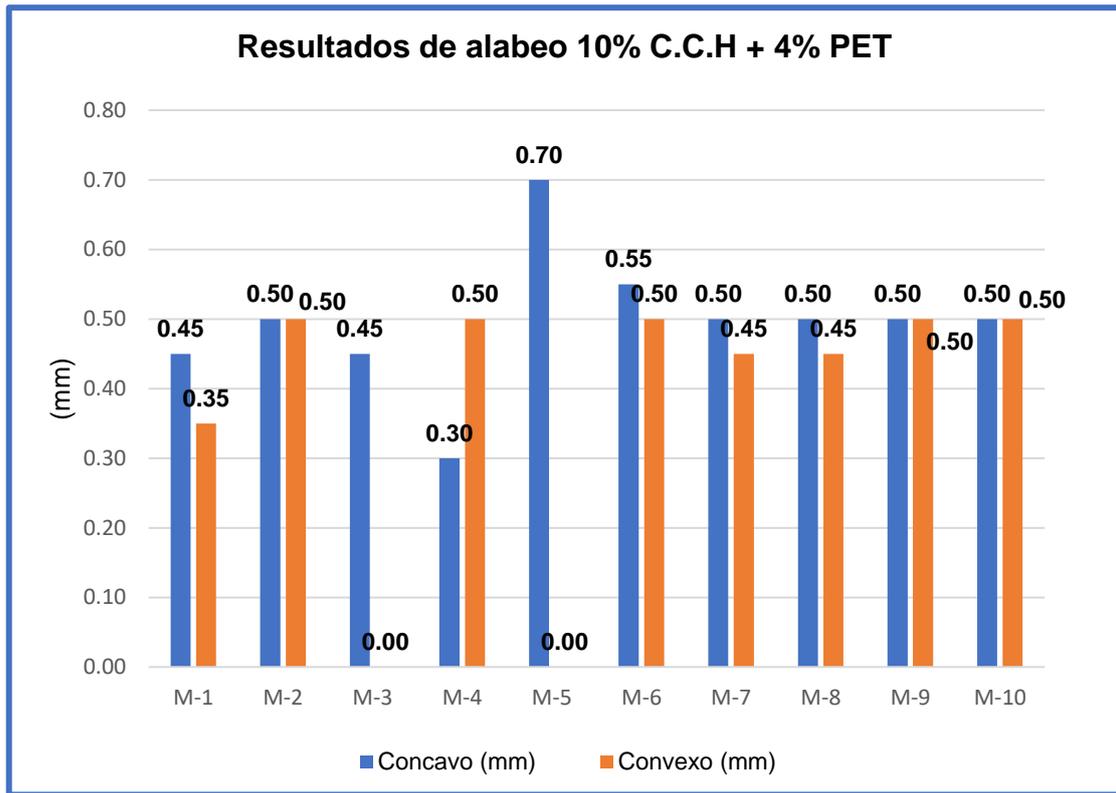


Figura 40. Resultados de alabeo 10% C.C.H + 4% PET

**Tabla 18. Resultados de alabeo 15% C.C.H + 4% PET**

Muestra	Cara A		Cara B		Promedio Por Unidad De Albañilería		Alabeo Promedio Cóncavo (mm)	Alabeo Promedio Convexo (mm)	Alabeo Máximo Cóncavo (mm)	Alabeo Máximo Convexo (mm)
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)				
M-1	0.00	0.80	0.00	1.90	0.00	1.35	0.72	0.84	2.00	2.20
M-2	1.80	0.00	0.00	1.30	0.90	0.65				
M-3	1.50	0.00	0.00	1.10	0.75	0.55				
M-4	1.10	0.00	0.00	1.10	0.55	0.55				
M-5	2.00	0.00	0.00	2.00	1.00	1.00				
M-6	1.50	0.00	0.00	2.20	0.75	1.10				
M-7	2.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.50				
M-8	0.00	2.00	1.50	0.00	0.75	1.00				
M-9	2.00	0.00	0.00	2.00	1.00	1.00				
M-10	0.90	0.00	0.00	1.30	0.45	0.65				

Fuente: Elaboración propia

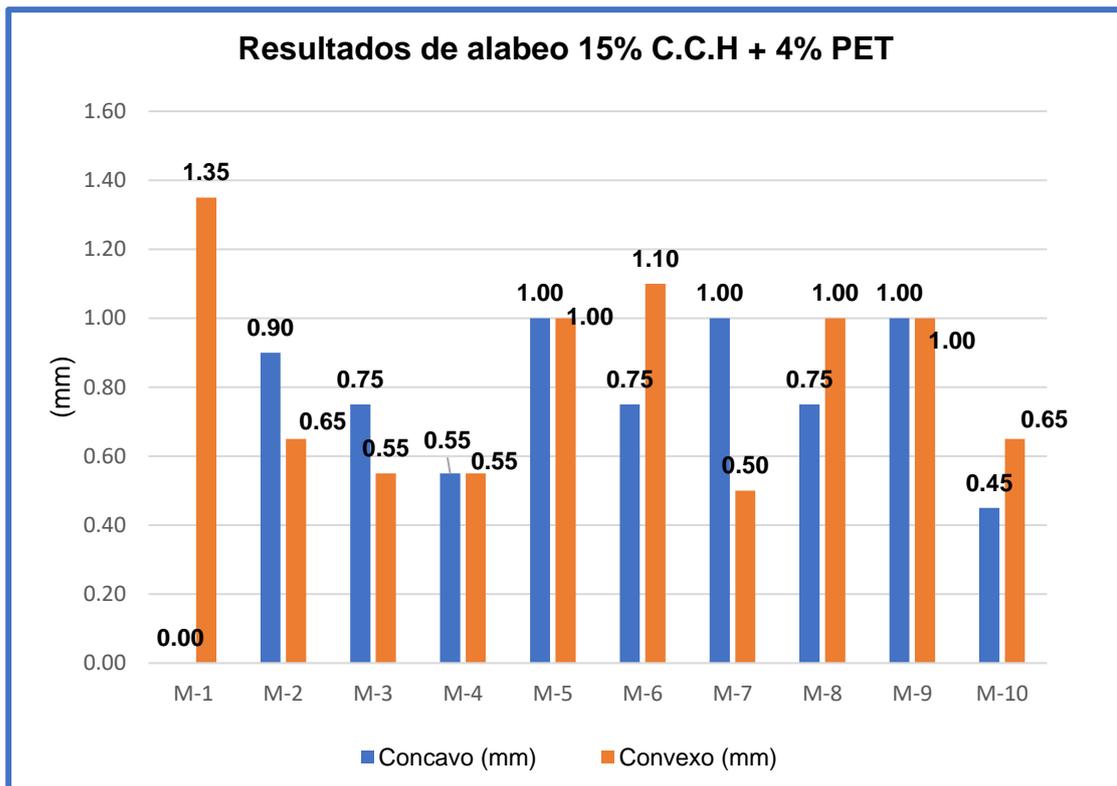


Figura 41. Resultados de alabeo 15% C.C.H + 4% PET

Tabla 19. Resultados de alabeo 20% C.C.H + 4% PET

Muestra	Cara A		Cara B		Promedio Por Unidad De Albañilería		Alabeo Promedio Cóncavo (mm)	Alabeo Promedio Convexo (mm)	Alabeo Máximo Cóncavo (mm)	Alabeo Máximo Convexo (mm)
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)				
M-1	1.10	0.00	0.00	1.10	0.55	0.55	0.65	0.51	1.50	1.50
M-2	1.00	0.00	0.00	1.00	0.50	0.50				
M-3	1.20	0.00	0.00	1.50	0.60	0.75				
M-4	1.10	0.00	0.00	0.80	0.55	0.40				
M-5	1.20	0.00	0.00	1.00	0.60	0.50				
M-6	1.00	0.00	0.00	1.00	0.50	0.50				
M-7	1.50	0.00	0.00	1.20	0.75	0.60				
M-8	1.30	0.00	0.00	1.50	0.65	0.75				
M-9	1.20	0.00	0.00	1.00	0.60	0.50				
M-10	1.50	0.00	0.80	0.00	1.15	0.00				

Fuente: Elaboración propia

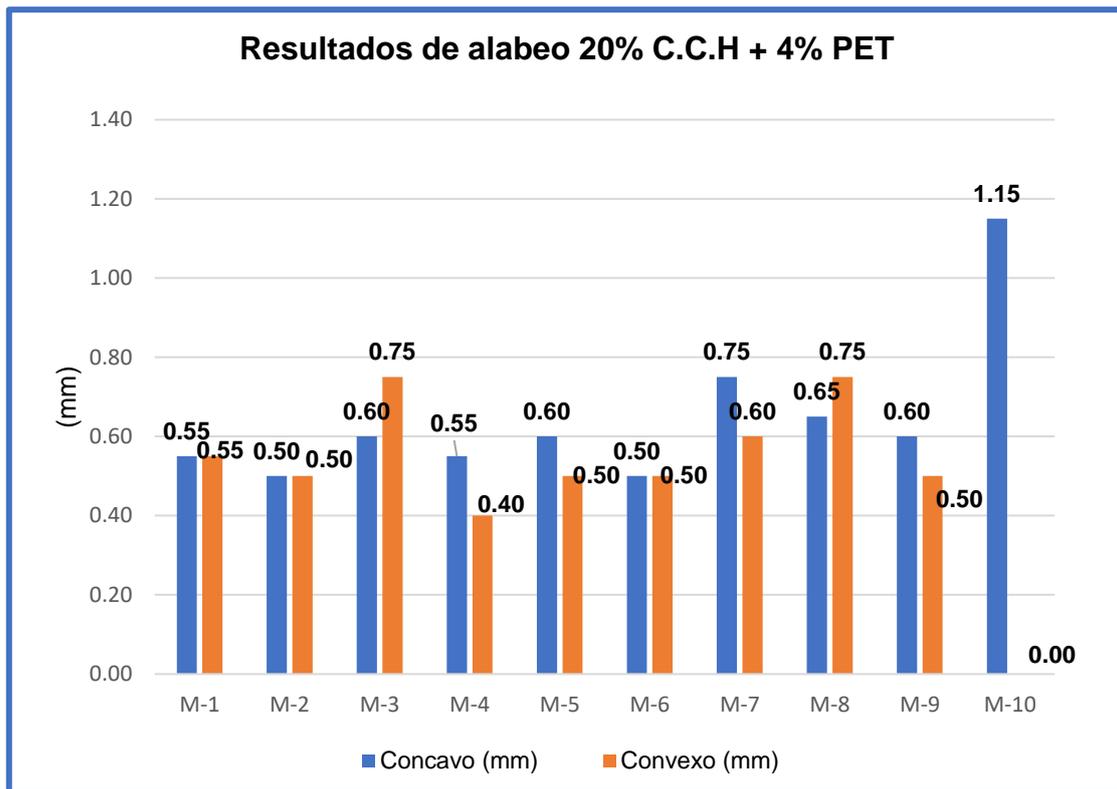


Figura 42. Resultados de alabeo 15% C.C.H + 4% PET

Interpretación:

Los ladrillos de muestra patrón y con adiciones de 10% de C.C.H y 4% de plástico PET reciclado, 15% de C.C.H y 4% de plástico PET reciclado, 20% de C.C.H y 4% de plástico PET reciclado cumple con lo establecido en la norma E 0.70, el cual nos da a conocer que como alabeo máximo se tiene 10 mm.

### Resultados de absorción

A continuación, en las tablas se muestran los resultados de los ensayos que se realizaron a los ladrillos de muestra patrón y con las distintas adiciones de C.C.H. y PET reciclado, se utilizaron cinco ladrillos de cada adición para realizar los ensayos de absorción, para determinar el resultado de absorción se comparó los resultados que se obtuvieron con lo que especifica la norma E.070.

**Tabla 20. Resultados de absorción de la muestra patrón**

Muestra	Masa Seca (gr.)	Masa SSS (gr.)	Masa Sumergida SSS (gr.)	Absorción (%)	Densidad Real Seca (Tn/m <sup>3</sup> )	Densidad Real SSS (Tn/m <sup>3</sup> )	Densidad Neta (Tn/m <sup>3</sup> )
M-1	2860.00	3341.00	1527.00	16.82	1.58	1.84	2.15
M-2	2910.00	3399.00	1546.00	16.80	1.57	1.83	2.13
M-3	2890.00	3370.00	1545.00	16.61	1.58	1.85	2.15
M-4	2830.00	3307.00	1507.00	16.86	1.57	1.84	2.14
M-5	2850.00	3327.00	1512.00	16.74	1.57	1.83	2.13
Promedio	2868.00	3348.80	1527.40	16.77	1.57	1.84	2.14

Fuente: Elaboración propia

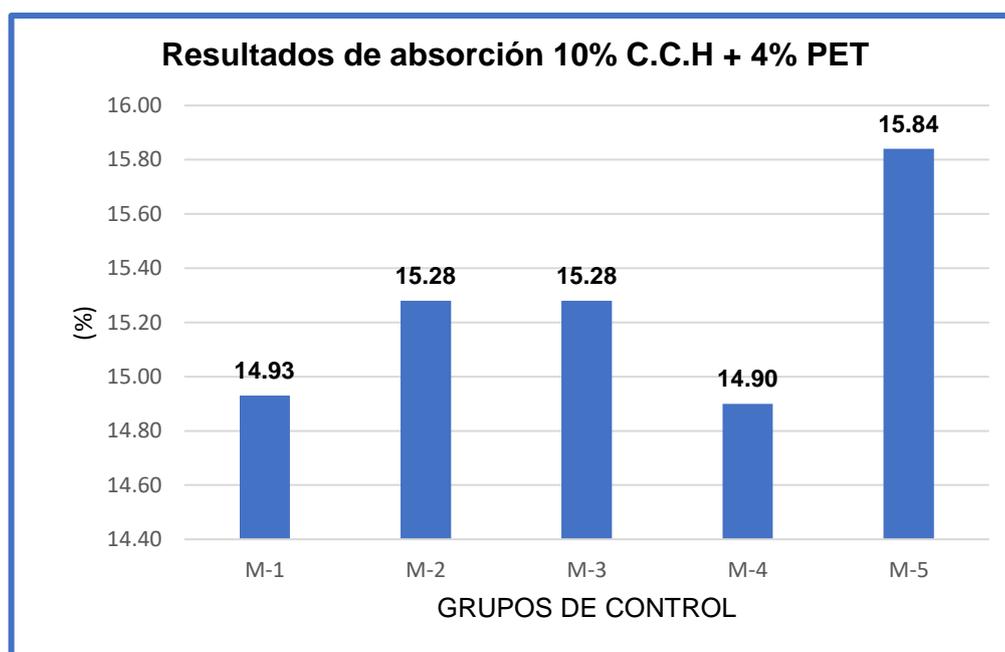


**Figura 43. Resultados de absorción de la muestra patrón**

**Tabla 21. Resultados de absorción 10% C.C.H + 4% PET**

Muestra	Masa Seca (gr.)	Masa SSS (gr.)	Masa Sumergida SSS (gr.)	Absorción (%)	Densidad Real Seca (Tn/m <sup>3</sup> )	Densidad Real SSS (Tn/m <sup>3</sup> )	Densidad Neta (Tn/m <sup>3</sup> )
M-1	2860.00	3287.00	1533.00	14.93	1.63	1.87	2.16
M-2	2880.00	3320.00	1545.00	15.28	1.62	1.87	2.16
M-3	2840.00	3274.00	1529.00	15.28	1.63	1.88	2.17
M-4	2900.00	3332.00	1556.00	14.90	1.63	1.88	2.16
M-5	2960.00	3429.00	1602.00	15.84	1.62	1.88	2.18
Promedio	2888.00	3328.40	1553.00	15.25	1.63	1.88	2.17

Fuente: Elaboración propia

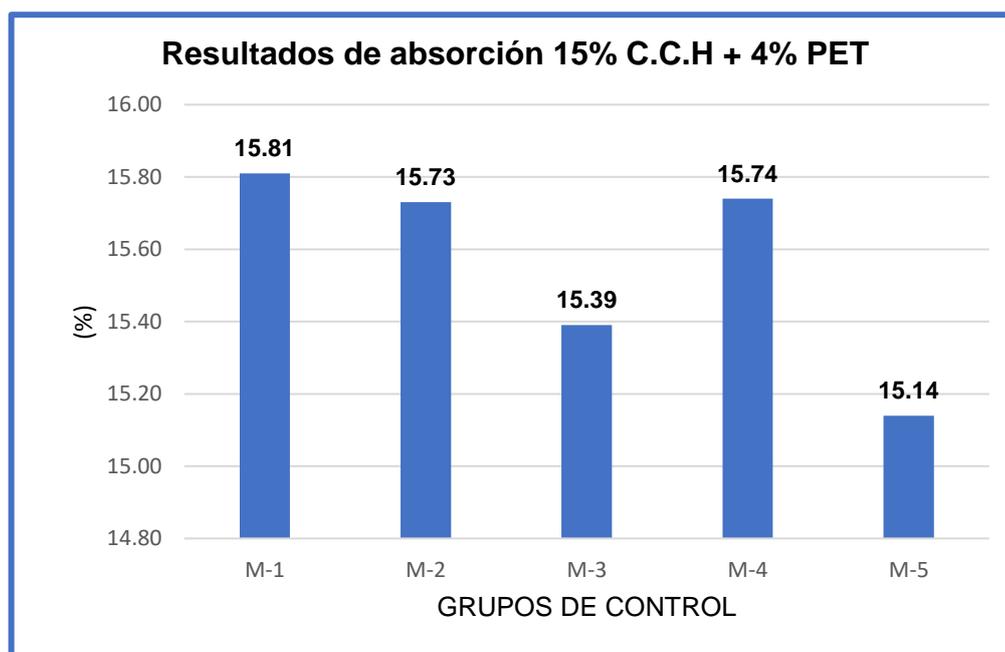


**Figura 44. Resultados de absorción 10% C.C.H + 4% PET**

**Tabla 22. Resultados de absorción 15% C.C.H + 4% PET**

Muestra	Masa Seca (gr.)	Masa SSS (gr.)	Masa Sumergida SSS (gr.)	Absorción (%)	Densidad Real Seca (Tn/m <sup>3</sup> )	Densidad Real SSS (Tn/m <sup>3</sup> )	Densidad Neta (Tn/m <sup>3</sup> )
M-1	2890.00	3347.00	1564.00	15.81	1.62	1.88	2.18
M-2	2950.00	3414.00	1585.00	15.73	1.61	1.87	2.16
M-3	2930.00	3381.00	1583.00	15.39	1.63	1.88	2.18
M-4	2890.00	3345.00	1559.00	15.74	1.62	1.87	2.17
M-5	2880.00	3316.00	1549.00	15.14	1.63	1.88	2.16
Promedio	2908.00	3360.60	1568.00	15.56	1.62	1.88	2.17

Fuente: Elaboración propia

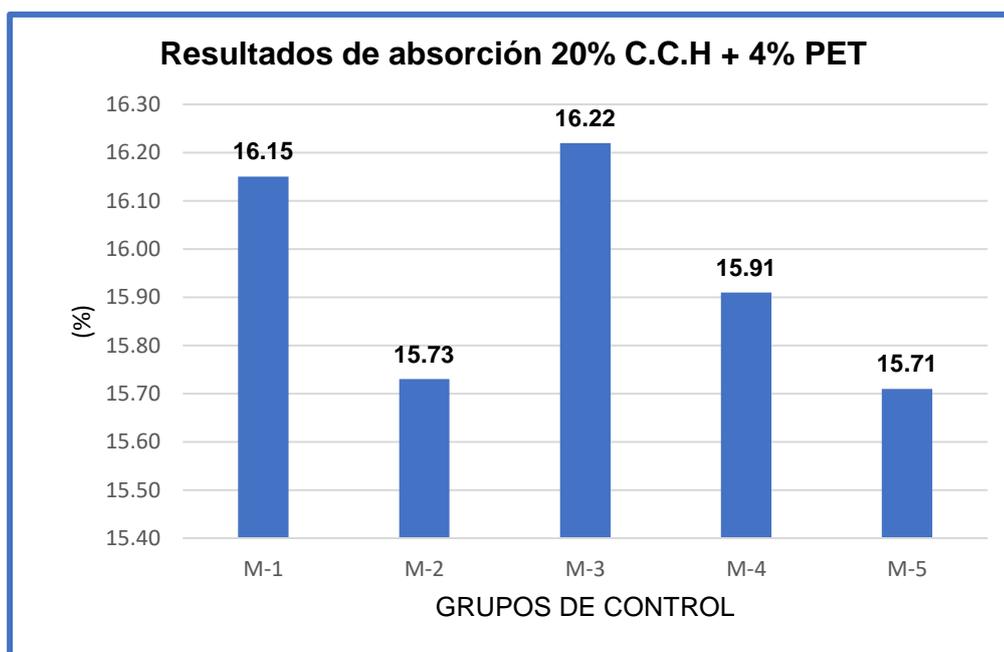


*Figura 45. Resultados de absorción 15% C.C.H + 4% PET*

**Tabla 23. Resultados de absorción 20% C.C.H + 4% PET**

Muestra	Masa Seca (gr.)	Masa SSS (gr.)	Masa Sumergida SSS (gr.)	Absorción (%)	Densidad Real Seca (Tn/m <sup>3</sup> )	Densidad Real SSS (Tn/m <sup>3</sup> )	Densidad Neta (Tn/m <sup>3</sup> )
M-1	2860.00	3222.00	1532.00	16.15	1.60	1.86	2.15
M-2	2860.00	3310.00	1531.00	15.73	1.61	1.86	2.15
M-3	2880.00	3347.00	1538.00	16.22	1.59	1.85	2.15
M-4	2860.00	3315.00	1535.00	15.91	1.61	1.86	2.16
M-5	2890.00	3344.00	1546.00	15.71	1.61	1.86	2.15
PROMEDIO	2870.00	3307.60	1536.40	15.94	1.60	1.86	2.15

Fuente: Elaboración propia



**Figura 46. Resultados de absorción 20% C.C.H + 4% PET**

Interpretación:

Los ladrillos de muestra patrón y con adiciones de 10% de C.C.H y 4% de plástico PET reciclado, 15% de C.C.H y 4% de plástico PET reciclado, 20% de C.C.H y 4% de plástico PET reciclado cumplen con la especificación de la norma E 0.70, el cual nos da a conocer que la absorción no debe ser mayor a 22% en ladrillos elaborados a base de arcilla.

### 4.3 Objetivo específico 2

El segundo objetivo fue evaluar la incidencia de la adición de C.C.H y plástico PET reciclado en las propiedades mecánicas, para ello de igual manera se realizó la comparación de los resultados de los ensayos realizados donde se determinó dicha incidencia.

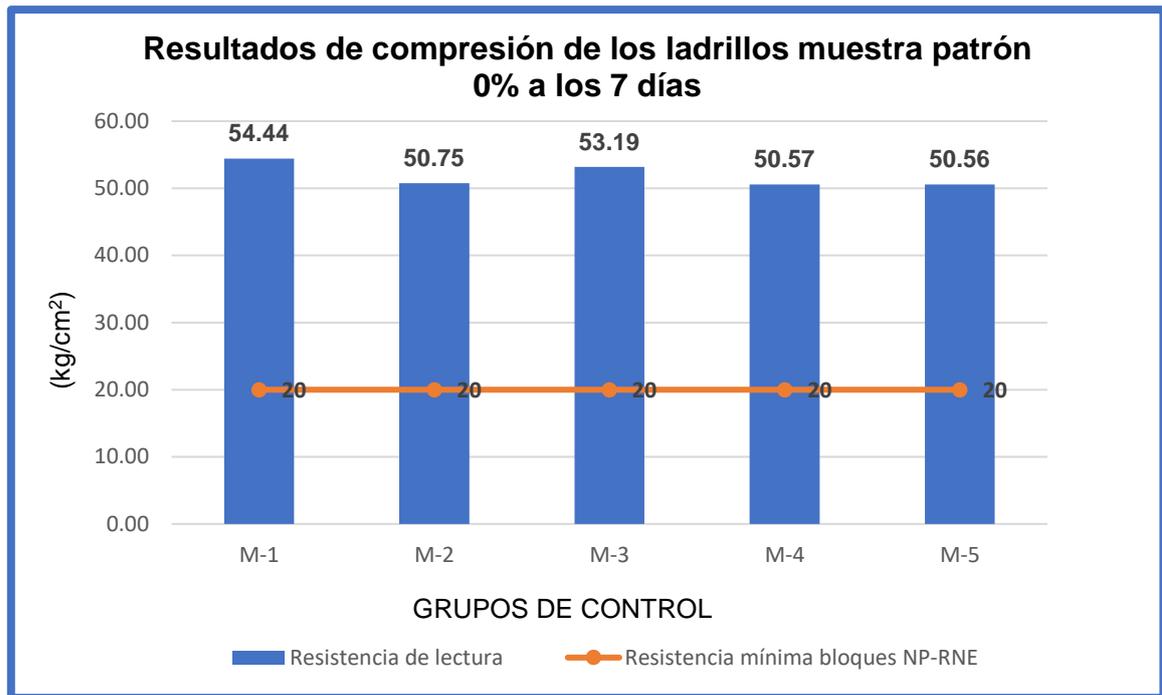
#### Resistencia a compresión en unidad

A continuación, en las tablas se muestran los resultados de los ensayos que se realizaron a los ladrillos de muestra patrón y con las distintas adiciones de C.C.H. y PET reciclado, se utilizaron cinco ladrillos de cada adición para analizar el  $f'c$ , para determinar el resultado de  $f'c$  se compararon los resultados obtenidos con lo establecido de la norma E.070.

**Tabla 24.**  $f'c$  de la muestra patrón en unidades

Ladrillos N°	Porcentaje de adición	Resistencia mínima Bloques NP - RNE (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Resistencia a la compresión obtenida $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión promedio $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Estado
M-1	0%	20	7	54.44	51.90	Cumple
M-2		20	7	50.75		Cumple
M-3		20	7	53.19		Cumple
M-4		20	7	50.57		Cumple
M-5		20	7	50.56		Cumple

Fuente: Elaboración propia



*Figura 47. f'c de los ladrillos muestra patrón*

**Tabla 25. f'c con adición 10% C.C.H + 4% PET**

Ladrillos N°	Porcentaje de adición	Resistencia mínima Bloques NP - RNE (kg/cm²)	Edad (días)	Resistencia a la compresión obtenida f'c (kg/cm²)	Resistencia a la compresión promedio f'c (kg/cm²)	Estado
M-1	<b>10% C.C.H + 4% PET</b>	20	7	72.36	73.36	Cumple
M-2		20	7	79.56		Cumple
M-3		20	7	71.41		Cumple
M-4		20	7	70.15		Cumple
M-5		20	7	73.33		Cumple

Fuente: Elaboración propia

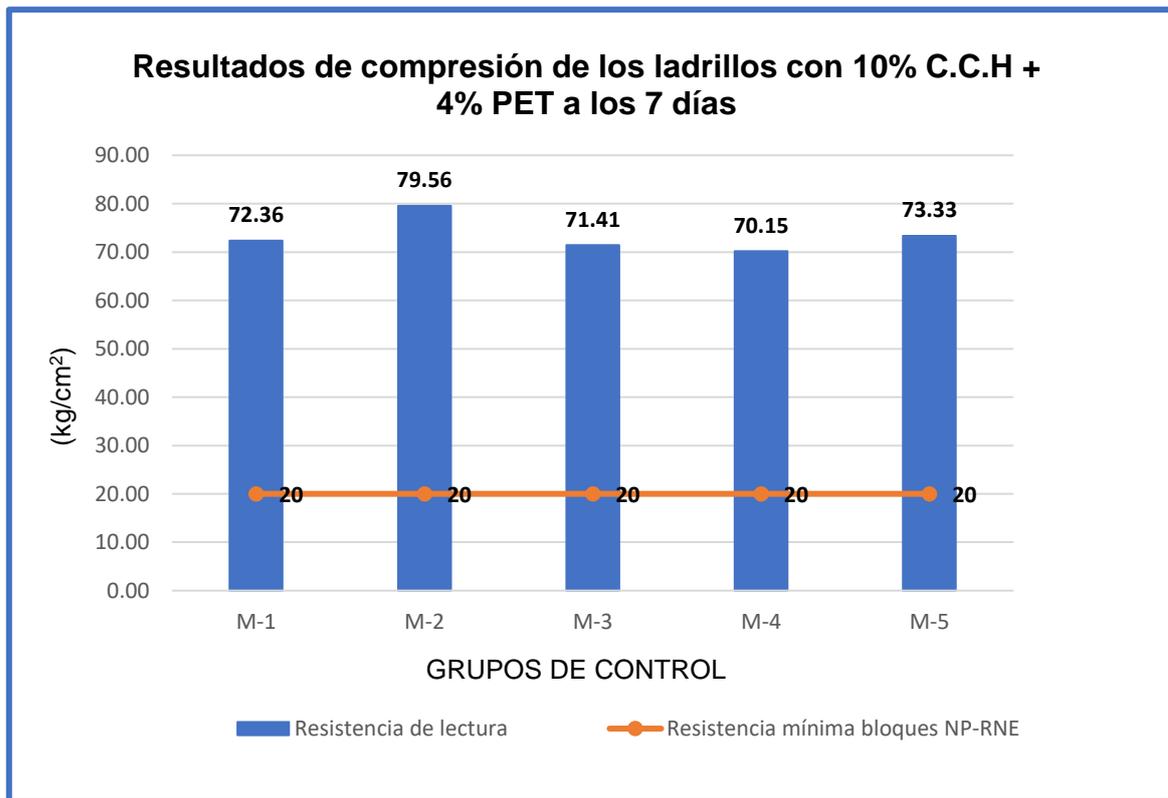


Figura 48.  $f_c$  de los ladrillos con 10% C.C.H + 4% PET

Tabla 26.  $f_c$  con adición 15% C.C.H + 4% PET

Ladrillos N°	Porcentaje de adición	Resistencia mínima Bloques NP - RNE (kg/cm²)	Edad (días)	Resistencia a la compresión obtenida $f_c$ (kg/cm²)	Resistencia a la compresión promedio $f_c$ (kg/cm²)	Estado
M-1	15% C.C.H + 4% PET	20	7	65.55	62.19	Cumple
M-2		20	7	59.22		Cumple
M-3		20	7	59.22		Cumple
M-4		20	7	63.77		Cumple
M-5		20	7	63.19		Cumple

Fuente: Elaboración propia

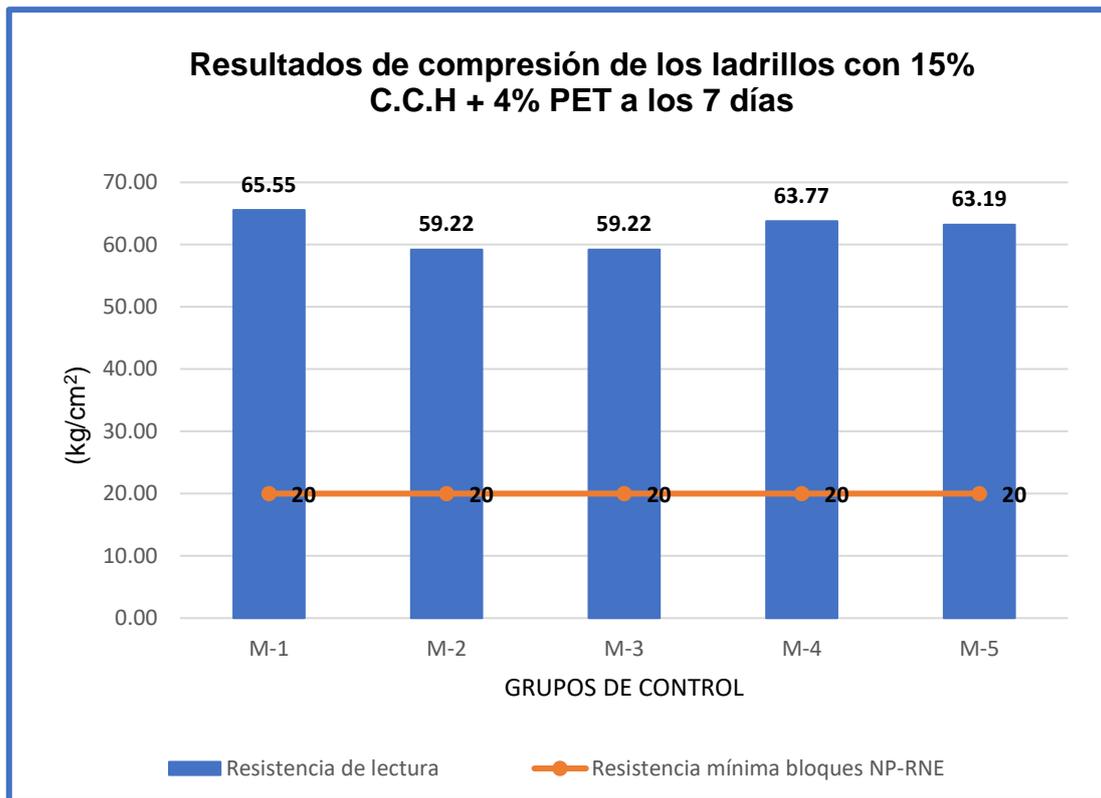
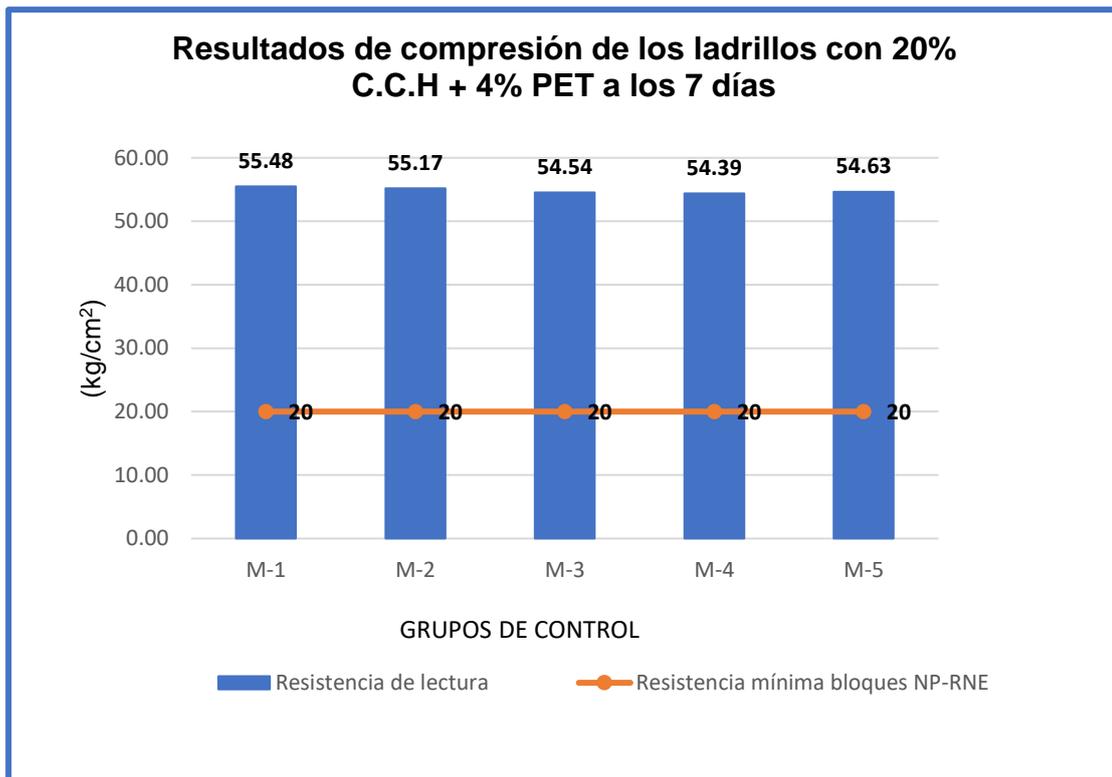


Figura 49.  $f'c$  de los ladrillos con 15% C.C.H + 4% PET

Tabla 27.  $f'c$  con adición 20% C.C.H + 4% PET

Ladrillos N°	Porcentaje de adición	Resistencia mínima Bloques NP - RNE (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Resistencia a la compresión obtenida $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión promedio $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Estado
M-1	20% C.C.H + 4% PET	20	7	55.48	54.84	Cumple
M-2		20	7	55.17		Cumple
M-3		20	7	54.54		Cumple
M-4		20	7	54.39		Cumple
M-5		20	7	54.63		Cumple

Fuente: Elaboración propia



*Figura 50. f'c de los ladrillos con 20% C.C.H + 4% PET*

Interpretación:

Los ladrillos de muestra patrón y con adiciones de 10% de C.C.H y 4% de plástico PET reciclado, 15% de C.C.H y 4% de plástico PET reciclado, 20% de C.C.H y 4% de plástico PET reciclado superan la resistencia que ordena la norma E 0.70 el cual nos da a conocer que la resistencia mínima para muros portantes es 50 kg/cm<sup>2</sup>.

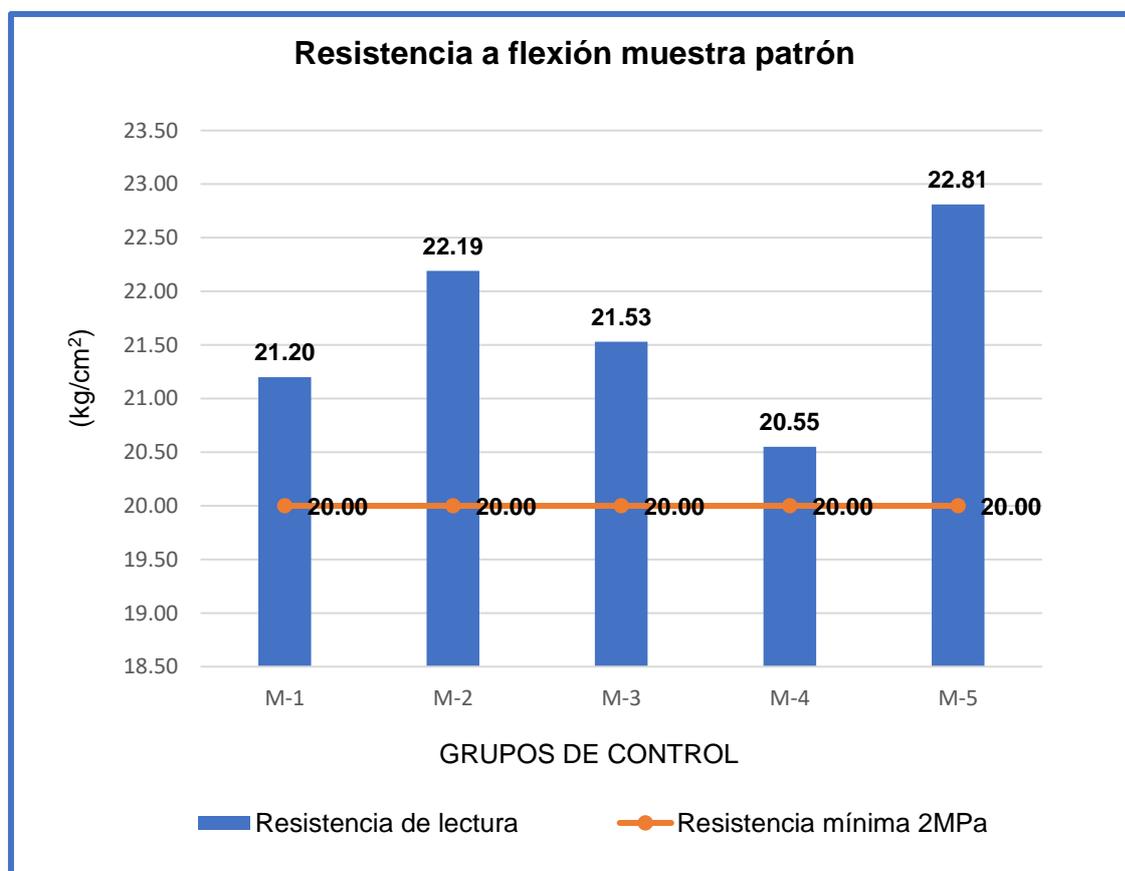
### **Resistencia a flexión unidad**

A continuación, en las tablas se muestran los resultados de los ensayos que se realizaron a los ladrillos de muestra patrón y con las distintas adiciones de C.C.H. y PET reciclado, se utilizaron cinco ladrillos de cada adición para realizar los ensayos de resistencia a flexión y comparar los resultados obtenidos con lo que establece la norma ecuatoriana INEN 295.

**Tabla 28.** Resistencia a flexión muestra patrón

Ladrillos N°	Porcentaje de adición	Ancho Prom. (B) cm	Ancho Prom. (L) cm	Espesor Prom. (D) cm	Área cm <sup>2</sup>	Fuerza máxima KN	Fuerza máxima (F) kg	Distancia entre apoyos (L) cm	Módulo de rotura F't (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura promedio F't (Kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	0%	11.39	20.94	8.30	238.45	6.85	698.51	15.86	21.20	21.66
M-2		11.38	21.00	8.55	238.88	7.57	771.93	15.92	22.19	
M-3		11.35	20.90	8.63	237.22	7.52	766.83	15.82	21.53	
M-4		11.74	20.98	8.43	246.31	7.05	718.90	15.90	20.55	
M-5		11.71	21.26	8.53	248.90	7.85	800.48	16.18	22.81	

Fuente: Elaboración propia

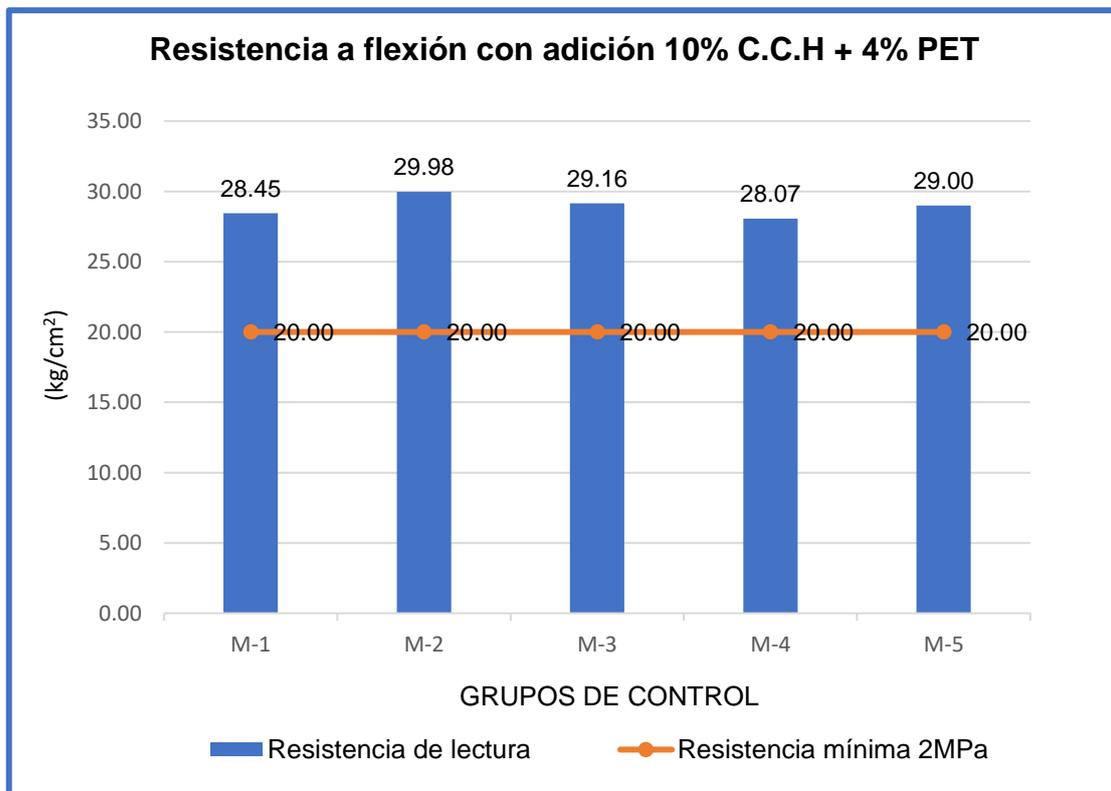


*Figura 51.* Resistencia a flexión de la muestra patrón

**Tabla 29. Resistencia a flexión con adición 10% C.C.H + 4% PET**

Ladrillos N°	Porcentaje de adición	Ancho Prom. (B) cm	Ancho Prom. (L) cm	Espesor Prom. (D) cm	Área cm <sup>2</sup>	Fuerza máxima KN	Fuerza máxima (F) kg	Distancia entre apoyos (L) cm	Módulo de rotura F't (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura promedio F't (Kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	10% C.C.H + 4% PET	11.31	20.76	8.43	234.69	9.52	970.77	15.68	28.45	28.93
M-2		11.42	20.86	8.26	238.16	9.68	987.09	15.78	29.98	
M-3		11.44	20.89	8.50	238.92	9.97	1016.66	15.81	29.16	
M-4		11.32	21.01	8.51	237.73	9.44	962.61	15.93	28.07	
M-5		11.32	20.91	8.57	236.65	9.95	1014.62	15.83	29.00	

Fuente: Elaboración propia

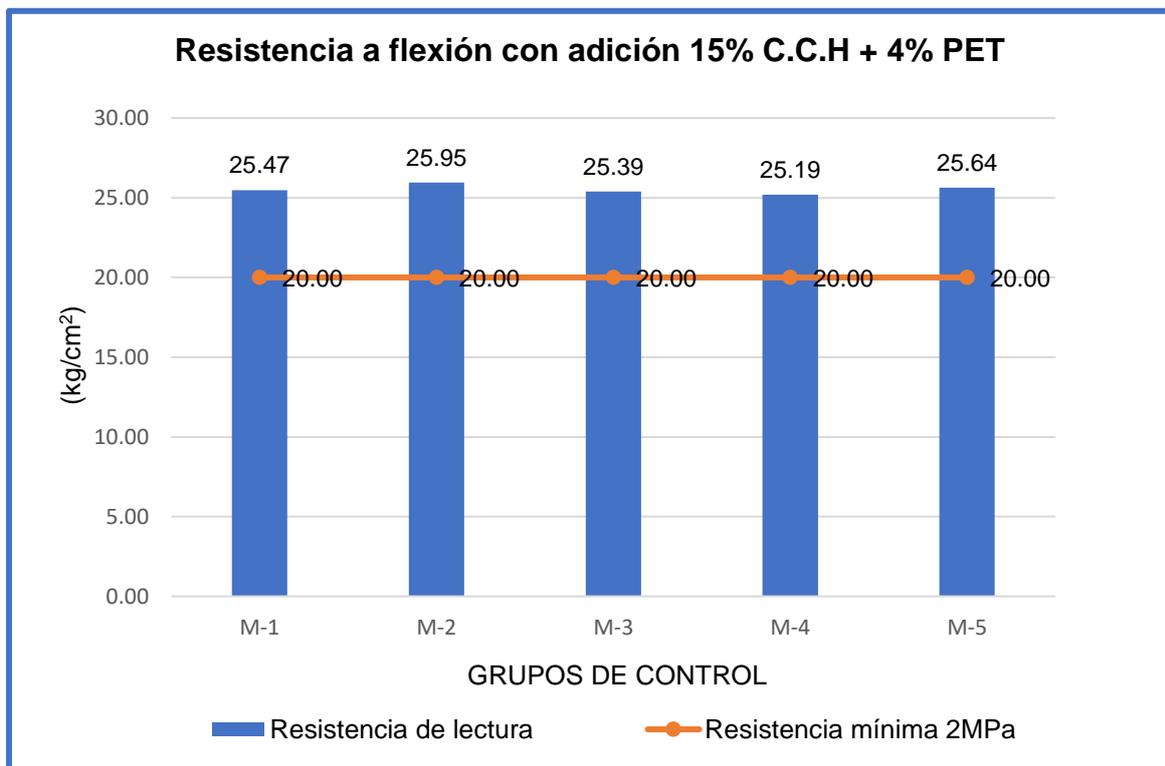


**Figura 52. Resistencia a flexión de 10% C.C.H + 4% PET**

**Tabla 30. Resistencia a flexión con adición 15% C.C.H + 4% PET**

Ladrillos N°	Porcentaje de adición	Ancho Prom. (B) cm	Ancho Prom. (L) cm	Espesor Prom. (D) cm	Área cm <sup>2</sup>	Fuerza máxima KN	Fuerza máxima (F) kg	Distancia entre apoyos (L) cm	Módulo de rotura F't (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura promedio F't (Kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	15% C.C.H + 4% PET	11.31	20.76	8.43	234.69	8.52	868.80	15.68	25.47	25.53
M-2		11.42	20.86	8.26	238.16	8.38	854.52	15.78	25.95	
M-3		11.44	20.89	8.50	238.92	8.68	885.11	15.81	25.39	
M-4		11.32	21.01	8.51	237.73	8.47	863.70	15.93	25.19	
M-5		11.50	21.09	8.49	242.48	8.68	885.11	16.01	25.64	

Fuente: Elaboración propia

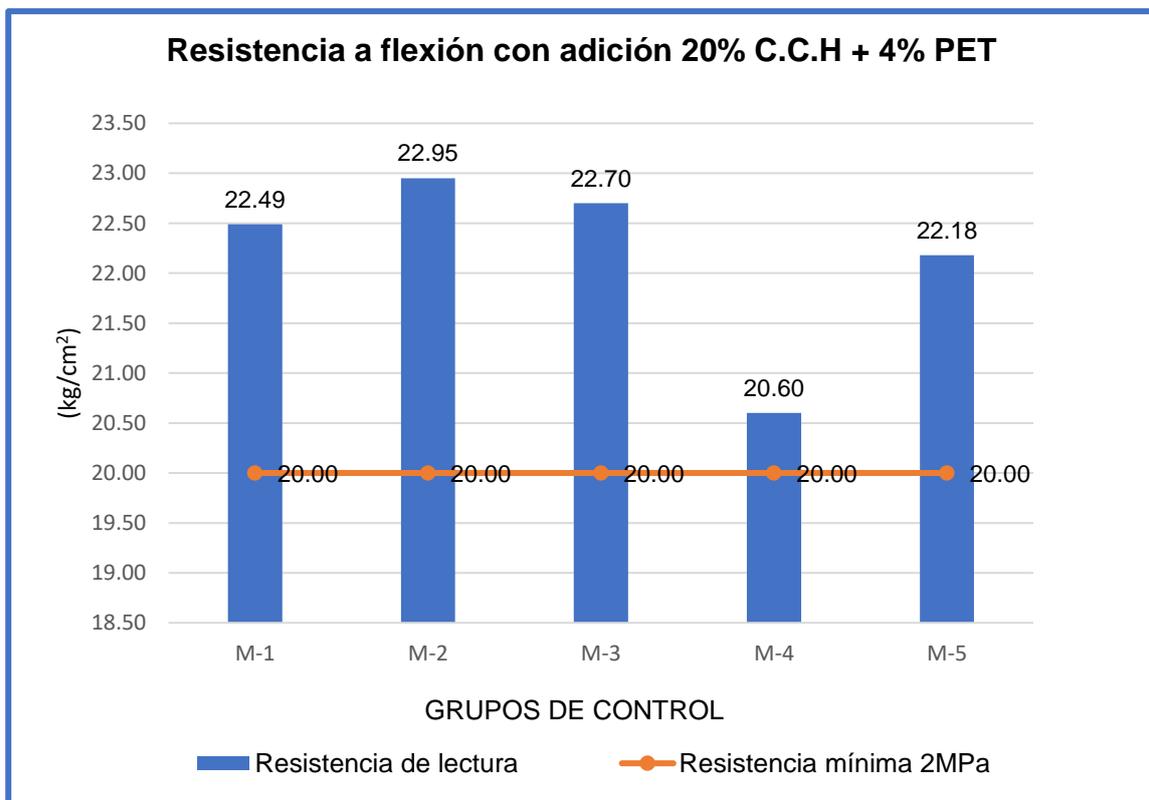


**Figura 53. Resistencia a flexión de 15% C.C.H + 4% PET**

**Tabla 31. Resistencia a flexión con adición 20% C.C.H + 4% PET**

Ladrillos N°	Porcentaje de adición	Ancho Prom. (B) cm	Ancho Prom. (L) cm	Espesor Prom. (D) cm	Área cm <sup>2</sup>	Fuerza máxima KN	Fuerza máxima (F) kg	Distancia entre apoyos (L) cm	Módulo de rotura F't (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura promedio F't (Kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	15% C.C.H + 4% PET	11.28	20.87	8.38	235.36	7.38	752.55	15.79	22.49	22.18
M-2		11.23	20.99	8.46	235.56	7.57	771.93	15.91	22.95	
M-3		11.40	20.95	8.15	238.73	7.07	720.94	15.87	22.70	
M-4		11.37	21.04	8.63	239.17	7.14	728.08	15.96	20.60	
M-5		12.72	21.23	8.55	270.05	8.35	851.46	16.15	22.18	

Fuente: Elaboración propia



**Figura 54. Resistencia a flexión de 20% C.C.H + 4% PET**

Interpretación:

Los ladrillos de muestra patrón y con adiciones de 10% de C.C.H y 4% de plástico PET reciclado, 15% de C.C.H y 4% de plástico PET reciclado, 20% de C.C.H y 4% de plástico PET reciclado superan la resistencia mínima a la flexión que es 20 kg/cm<sup>2</sup> según la norma Ecuatoriana INEN 295.

### Resistencia a compresión en pilas

A continuación, en las tablas se muestran los resultados de los ensayos que se realizaron a los ladrillos de muestra patrón y con las distintas adiciones de C.C.H. y PET reciclado, se utilizaron tres pilas de tres unidades de cada adición para realizar los ensayos de resistencia a compresión en pilas, para determinar el resultado de  $f'c$  en pilas se compararon los resultados que se obtuvieron con los parámetros que indica la norma E.070.

**Tabla 32.**  $f'c$  de la muestra patrón en pilas

Pilas N°	Porcentaje de adición	TIPO	Resistencia mínima Clase I artesanal - RNE (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Resistencia la compresión $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio Resistencia a la compresión $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Estado
M-1	0%	I	35	21	35.83	35.84	Cumple
M-2			35	21	35.20		Cumple
M-3			35	21	36.50		Cumple

Fuente: Elaboración propia

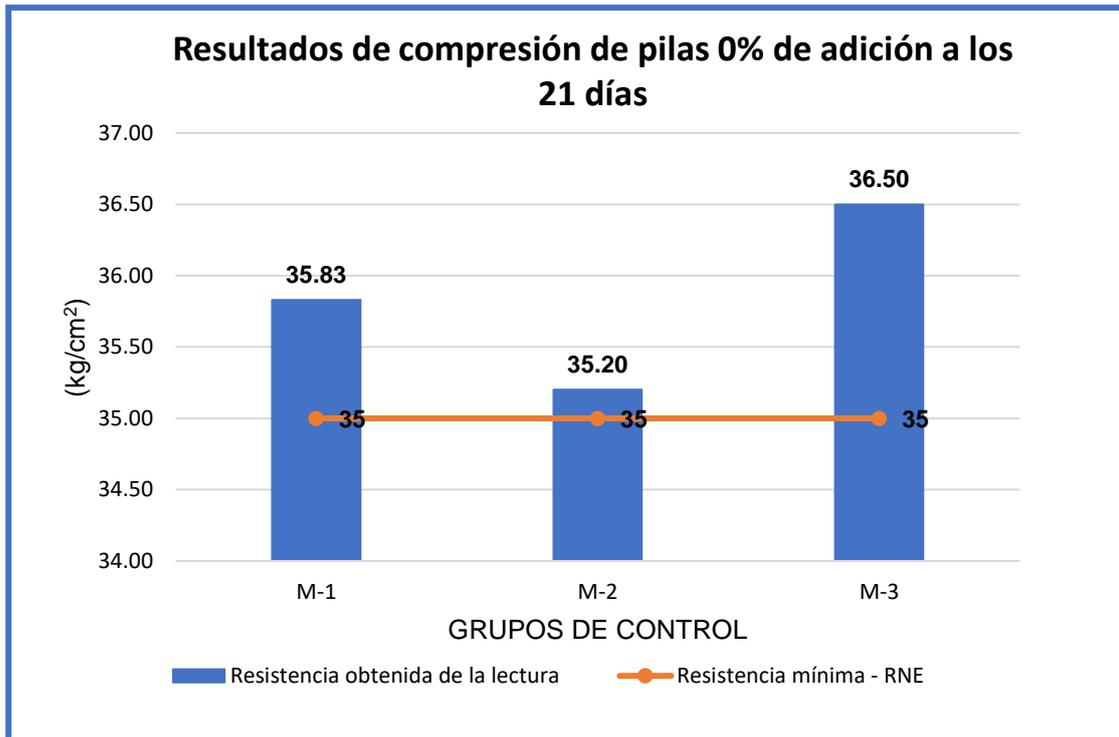


Figura 55.  $f'c$  de las pilas con 0% de adición

Tabla 33.  $f'c$  de pilas con adición 10% C.C.H + 4% PET

Pilas Nº	Porcentaje de adición	TIPO	Resistencia mínima Clase I artesanal - RNE (kg/cm²)	Edad (días)	Resistencia la compresión $f'c$ (kg/cm²)	Promedio Resistencia a la compresión $f'c$ (kg/cm²)	Estado
M-1	10%	I	35	21	45.81	45.47	Cumple
M-2			35	21	44.37		Cumple
M-3			35	21	46.24		Cumple

Fuente: Elaboración propia

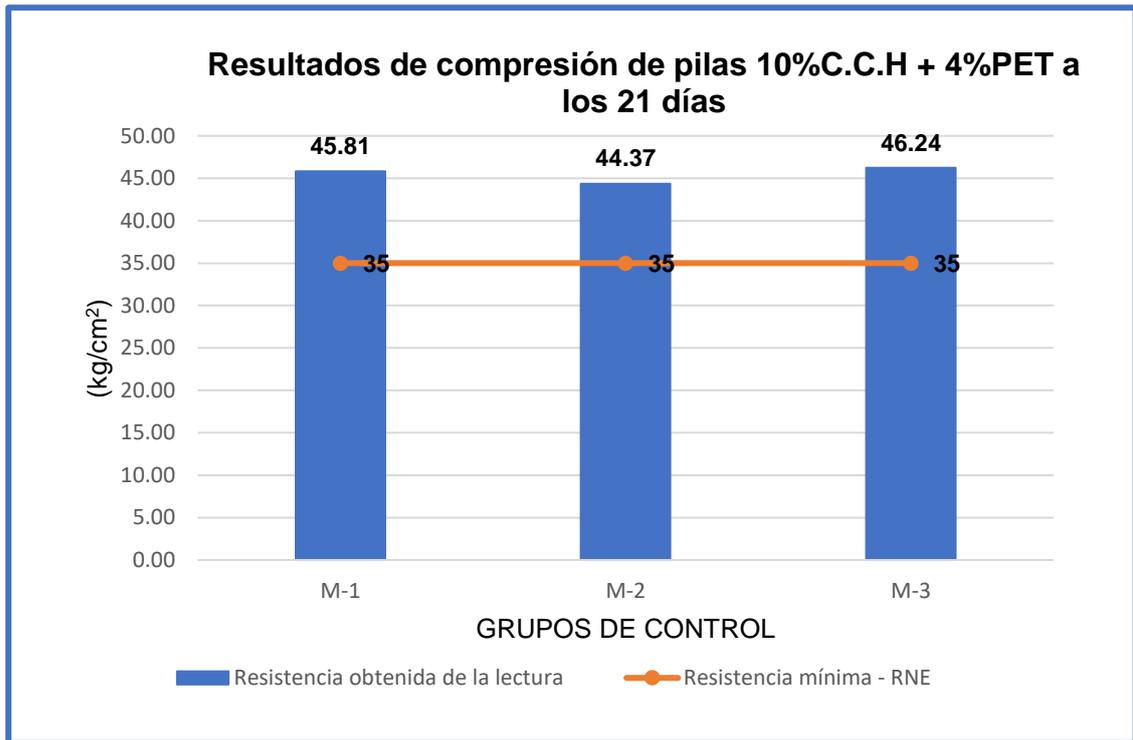


Figura 56.  $f'c$  de las pilas con adición 10% C.C.H + 4% PET

Tabla 34.  $f'c$  de pilas con adición 15% C.C.H + 4% PET

Pilas Nº	Porcentaje de adición	TIPO	Resistencia mínima Clase I artesanal - RNE (kg/cm²)	Edad (días)	Resistencia la compresión $f'c$ (kg/cm²)	Promedio Resistencia a la compresión $f'c$ (kg/cm²)	Estado
M-1	15%	I	35	21	39.82	39.78	Cumple
M-2			35	21	39.78		Cumple
M-3			35	21	39.73		Cumple

Fuente: Elaboración propia

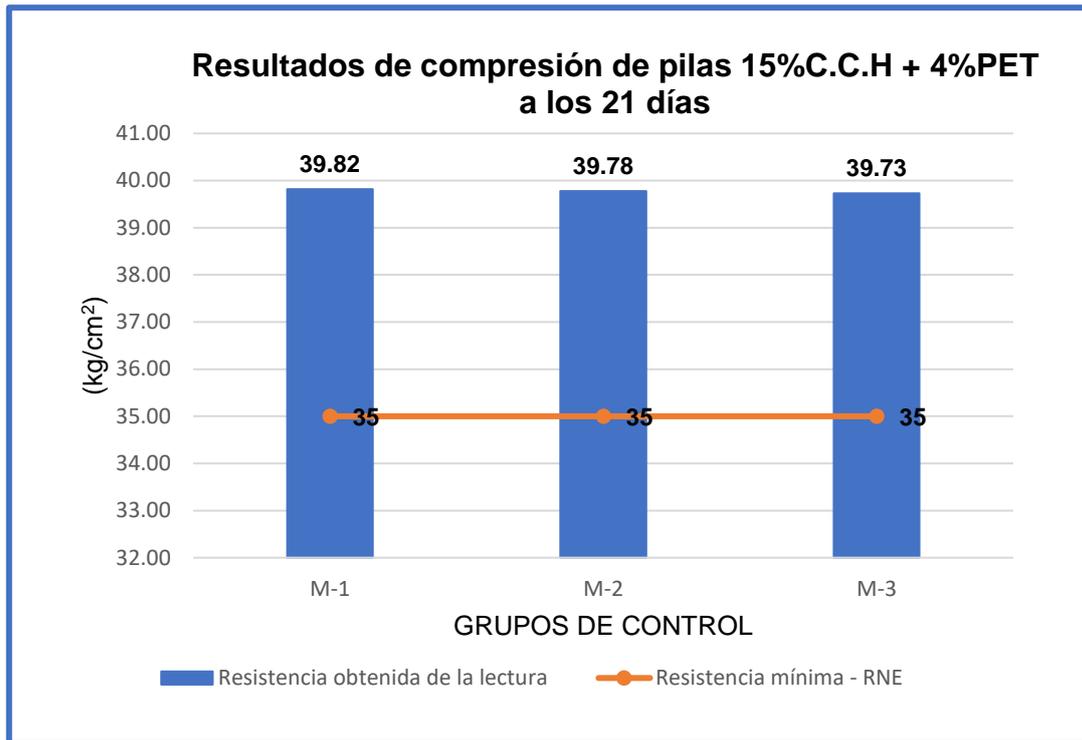


Figura 57.  $f'c$  de las pilas con adición 15% C.C.H + 4% PET

Tabla 35.  $f'c$  de pilas con adición 20% C.C.H + 4% PET

Pilas Nº	Porcentaje de adición	Resistencia mínima Clase I artesanal - RNE (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad (días)	Resistencia a la compresión $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio Resistencia a la compresión $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Estado
M-1	20%	35	21	37.39	37.37	Cumple
M-2		35	21	37.21		Cumple
M-3		35	21	37.52		Cumple

Fuente: Elaboración propia

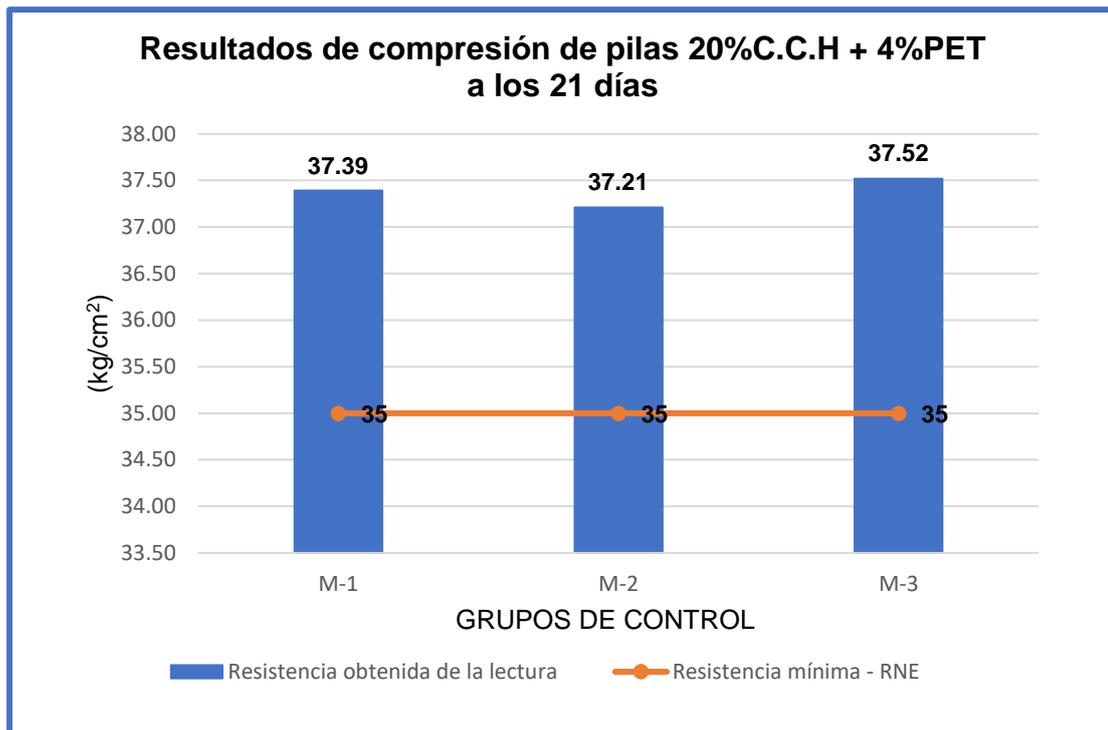


Figura 58.  $f'c$  de las pilas con adición 20% C.C.H + 4% PET

Interpretación:

Los resultados de las pilas de tres unidades de los ladrillos de muestra patrón y con adiciones de 10% de C.C.H y 4% de plástico PET reciclado, 15% de C.C.H y 4% de plástico PET reciclado, 20% de C.C.H y 4% de plástico PET reciclado superan la resistencia mínima de 35 kg/cm<sup>2</sup> que ordena la norma E.070.

### Comparación de resultados de las propiedades físicas de la muestra patrón y con adiciones:

A continuación, en las tablas se muestra la comparación de los ladrillos artesanales con distintos porcentajes de adiciones de C.C.H y PET reciclado y la muestra patrón.

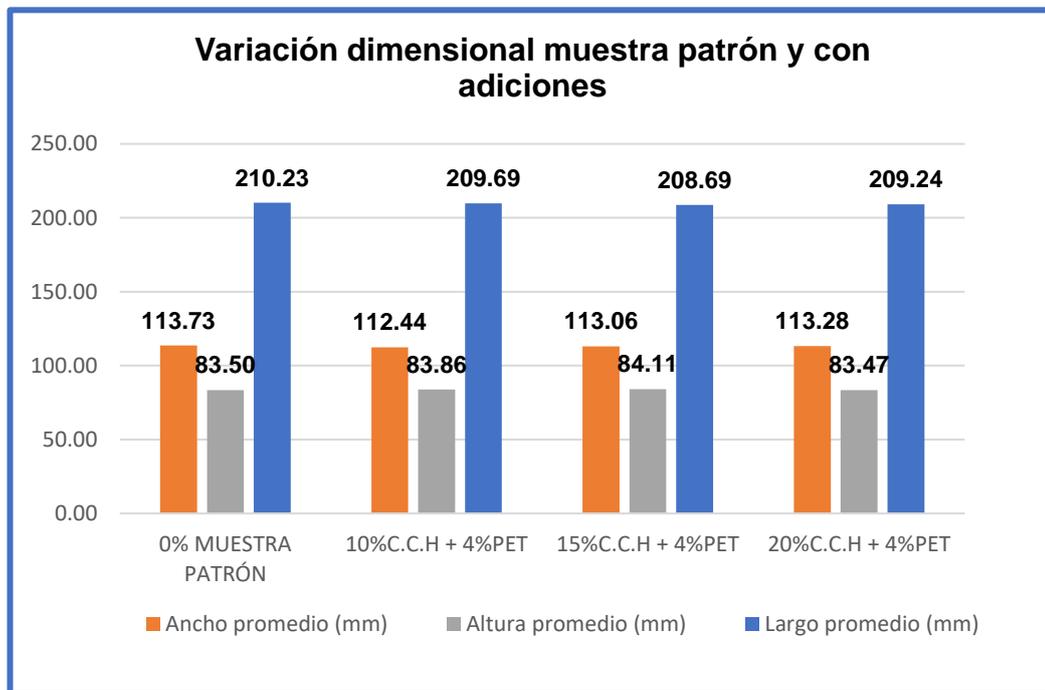
### Resultados de variación dimensional

En la tabla a continuación observamos el resumen de la variación dimensional de los ladrillos de muestra patrón y de los ladrillos con las adiciones de 10% de C.C.H y plástico PET reciclado 4%, 15% de C.C.H y plástico PET reciclado 4%, 20% de C.C.H y plástico PET reciclado 4%.

**Tabla 36. Resumen de variación dimensional muestra patrón y con adiciones**

Grupo de control	Largo promedio (mm)	Largo (%)	Ancho promedio (mm)	Ancho (%)	Altura promedio (mm)	Altura (%)
0% MUESTRA PATRÓN	210.23	0.11	113.73	3.39	83.50	4.37
10%C.C.H + 4%PET	209.69	0.15	112.44	2.22	83.86	4.83
15%C.C.H + 4%PET	208.69	0.62	113.06	2.78	84.11	5.13
20%C.C.H + 4%PET	209.24	0.36	113.28	2.98	83.47	4.33

Fuente: Elaboración propia



**Figura 59. Variación dimensional muestra patrón y con adiciones**

Interpretación:

Se muestra la variación dimensional de los ladrillos de muestra patrón y de los ladrillos con las adiciones, en el cual se tiene como resultado que las variaciones son mínimas y cumplen con lo que especifica la NTP E.070.

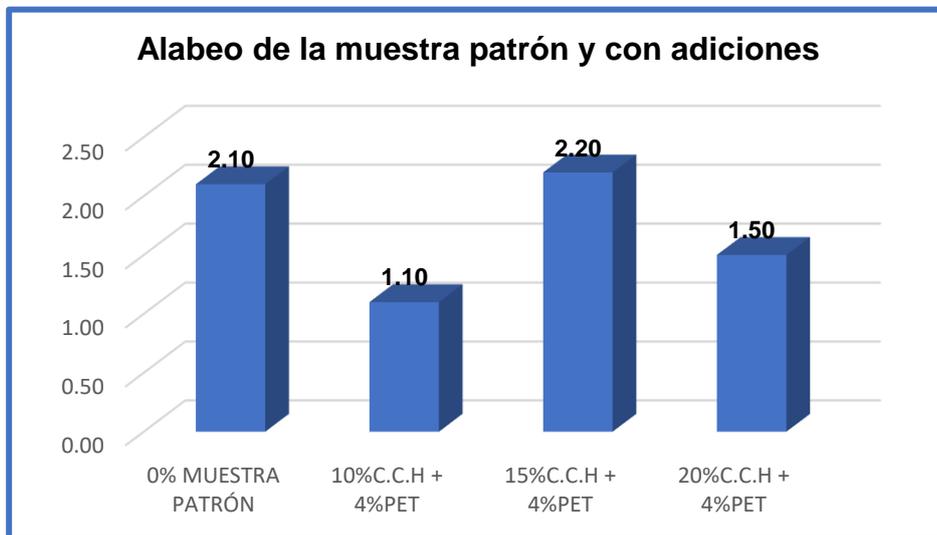
## Resultados de alabeo

En la tabla a continuación observamos el resumen de alabeo de los ladrillos de muestra patrón y de los ladrillos con las adiciones de 10% de C.C.H + plástico PET reciclado 4%, 15% de C.C.H + plástico PET reciclado 4%, 20% de C.C.H + plástico PET reciclado 4%.

**Tabla 37.** Resumen de alabeo de la muestra patrón y con adiciones

Grupo de control	Alabeo máximo (mm)	Bloque NP-RNE (máximo en mm)
0% MUESTRA PATRÓN	2.10	8.00
10%C.C.H + 4%PET	1.10	8.00
15%C.C.H + 4%PET	2.20	8.00
20%C.C.H + 4%PET	1.50	8.00

Fuente: Elaboración propia



*Figura 60.* Alabeo de la muestra patrón y con adiciones

Interpretación:

Se muestra el resultado del alabeo de los ladrillos de muestra patrón y de los ladrillos con las adiciones, de los cuales se obtuvo que se tiene como alabeo

máximo 2.20 mm de los resultados, la norma E. 070 indica que para los ladrillos de tipo I el máximo alabeo es de 10 mm, por ello con los resultados se tiene en conocimiento que el alabeo obtenido se encuentra dentro de los parámetros establecidos de la norma E. 070.

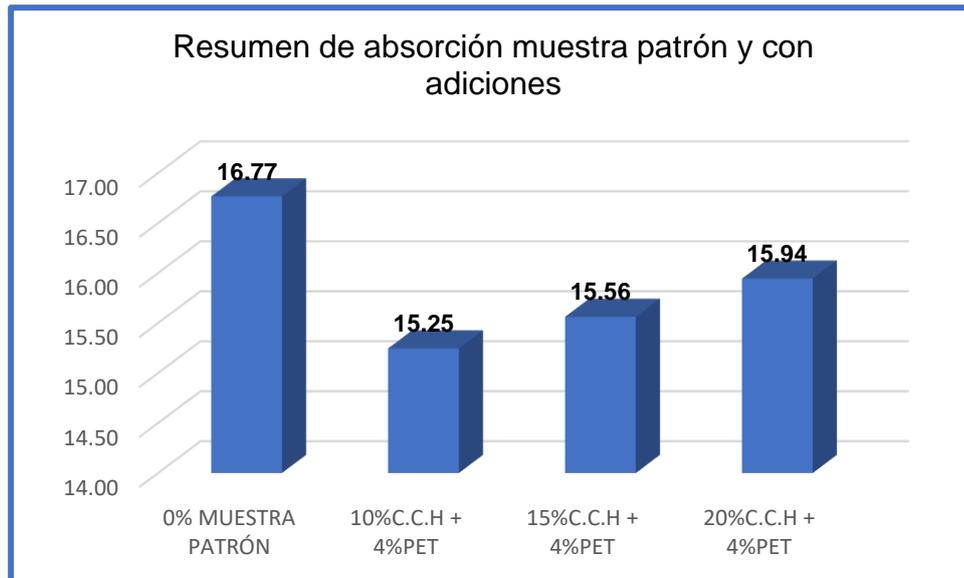
### Resultados de absorción

En la tabla a continuación observamos el resumen de absorción de los ladrillos de muestra patrón y de los ladrillos con las adiciones de 10% de C.C.H + plástico PET reciclado 4%, 15% de C.C.H + plástico PET reciclado 4%, 20% de C.C.H + plástico PET reciclado 4%.

**Tabla 38.** *Resumen de absorción muestra patrón y con adiciones*

Grupo de control	Masa seca (gr.)	Masa saturada	Absorción (%)
0% MUESTRA PATRÓN	2868.00	3348.80	16.77
10%C.C.H + 4%PET	2888.00	3328.40	15.25
15%C.C.H + 4%PET	2908.00	3360.60	15.56
20%C.C.H + 4%PET	2870.00	3307.60	15.94

Fuente: Elaboración propia



*Figura 61.* Absorción de la muestra patrón y con adiciones

Interpretación:

Se muestra el resultado de absorción de los ladrillos de muestra patrón y de los ladrillos con las adiciones, de los cuales se obtuvo que se tiene como absorción máxima 16.82% la norma E. 070 indica que para los ladrillos de arcilla la máxima absorción es de 22%, por ello con los resultados se tiene en conocimiento que la absorción máxima obtenida se encuentra dentro de los parámetros establecidos de la norma E. 070.

### **Comparación de las propiedades mecánicas de la muestra patrón y con adiciones**

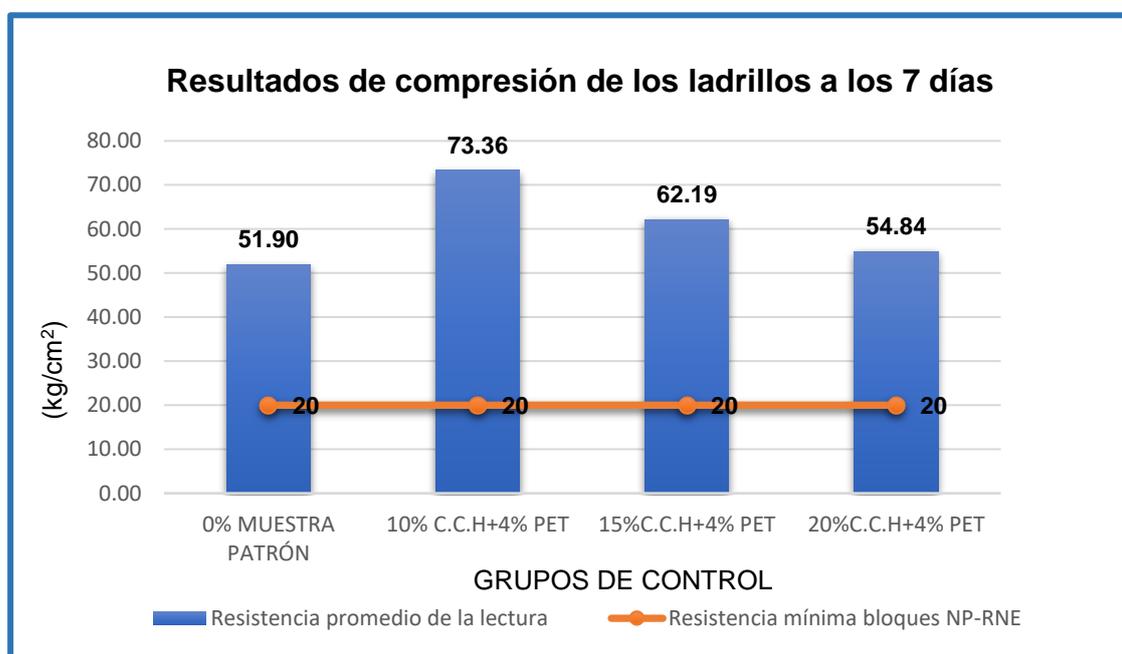
#### **Resistencia a compresión unidad**

En la tabla a continuación observamos el resumen de los ensayos realizados de  $f_c$  de los ladrillos de muestra patrón y de los ladrillos con las adiciones de 10% C.C.H + plástico PET reciclado 4%, 15% de C.C.H + plástico PET reciclado 4%, 20% de C.C.H + plástico PET reciclado 4%.

**Tabla 39. Resistencia a compresión en unidades**

Grupo de control	Días de rotura	Resistencia promedio lectura	Resistencia mínima Bloques NP - RNE (kg/cm <sup>2</sup> )	Estado
0% MUESTRA PATRÓN	7	51.90	20	Cumple
10%C.C.H + 4%PET	7	73.36	20	Cumple
15%C.C.H + 4%PET	7	62.19	20	Cumple
20%C.C.H + 4%PET	7	54.84	20	Cumple

Fuente: Elaboración propia



**Figura 62. Comparación de f'c de ladrillos con adición y patrón**

Interpretación:

Los ladrillos de muestra patrón que se elaboraron con 0% de adición obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 51.90 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los ladrillos elaborados con adición de 10% de C.C.H + 4% de plástico PET reciclado obtuvieron el f'c promedio de 73.36% kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado los ladrillos elaborados con adición de 15% de C.C.H + 4% de plástico PET reciclado obtuvieron el f'c de 62.19% kg/cm<sup>2</sup>, finalmente se tiene ladrillos elaborados con adición de 20% de C.C.H + 4% de plástico PET reciclado obtuvieron el f'c promedio de 54.84%

kg/cm<sup>2</sup>, con estos resultados se conoce que la adición óptima es de 10% de ceniza de cáscara de huevo y 4% de plástico PET reciclado, ya que se obtuvo la mayor resistencia con este porcentajes.

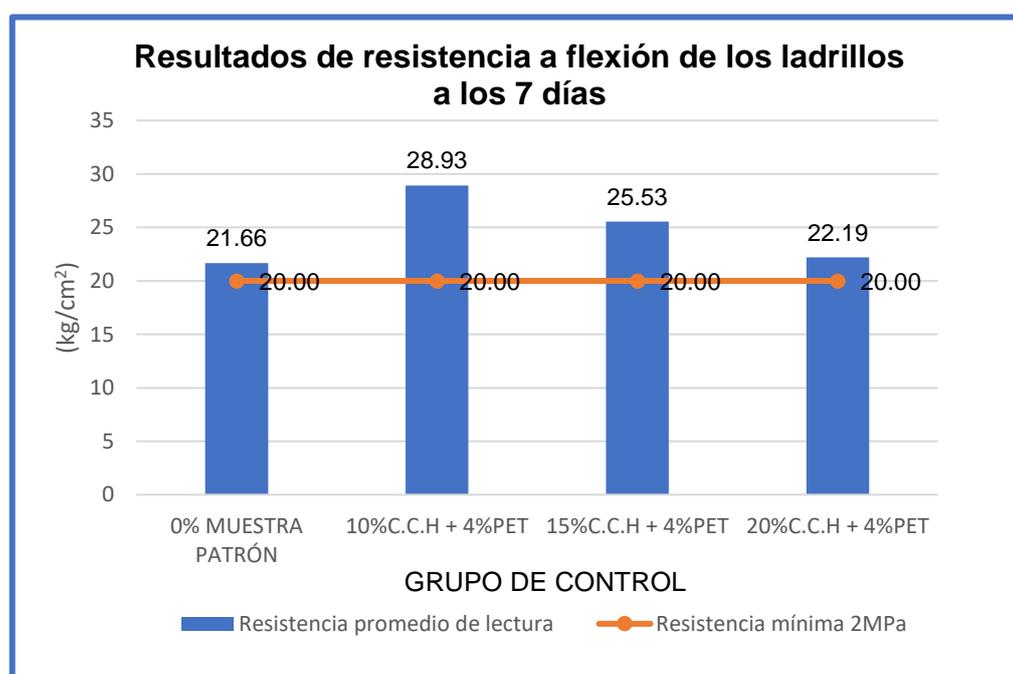
### Resistencia a flexión unidad

En la tabla a continuación observamos el resumen de los ensayos a flexión realizados de los ladrillos de muestra patrón y de los ladrillos con las adiciones de 10% de C.C.H + plástico PET reciclado 4%, 15% de C.C.H + plástico PET reciclado 4%, 20% de C.C.H + plástico PET reciclado 4%.

**Tabla 40. Resistencia a flexión en unidades**

Grupo de control	Días de rotura	Resistencia promedio lectura F't (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia mínima INEN 295 - (2MPa) (kg/cm <sup>2</sup> )
0% MUESTRA PATRÓN	7	21.66	20.00
10%C.C.H + 4%PET	7	28.93	20.00
15%C.C.H + 4%PET	7	25.53	20.00
20%C.C.H + 4%PET	7	22.19	20.00

Fuente: Elaboración propia



**Figura 63. Comparación de ensayos a flexión con adiciones y patrón**

Interpretación:

Los ladrillos de muestra patrón que se elaboraron con 0% de adición obtuvo una resistencia a flexión promedio de 21.66 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los ladrillos elaborados con adición de 10% de C.C.H + 4% de plástico PET reciclado obtuvieron la resistencia a flexión promedio de 28.93 kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado los ladrillos elaborados con adición de 15% de C.C.H + 4% de plástico PET reciclado obtuvieron la resistencia a flexión promedio de 25.53 kg/cm<sup>2</sup>, finalmente se tiene ladrillos elaborados con adición de 20% de C.C.H + 4% de plástico PET reciclado obtuvieron la resistencia a flexión promedio de 22.19 kg/cm<sup>2</sup>, con estos resultados se conoce que cumple con la norma ecuatoriana INEN 295 que indica que la resistencia a la flexión es mínimo 2MPa, y se da a conocer adición óptima es de 10% de ceniza de cáscara de huevo + 4% de plástico PET reciclado, ya que se obtuvo la mayor resistencia a flexión con este porcentajes.

### **Resistencia a compresión en pilas**

En la tabla a continuación observamos el resumen de los ensayos realizados de f'c en pilas de tres unidades de muestra patrón y con las adiciones de 10% C.C.H + plástico PET reciclado 4%, 15% de C.C.H + plástico PET reciclado 4%, 20% de C.C.H + plástico PET reciclado 4%.

**Tabla 41.** Resistencia a compresión en pilas

<b>Porcentaje de adición</b>	<b>Resistencia a compresión Pilas 21 días (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Resistencia mínima Clase I artesanal - RNE (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0% MUESTRA PATRÓN	35.84	35
10% C.C.H+4% PET	45.47	35
15%C.C.H+4% PET	39.78	35
20%C.C.H+4% PET	37.37	35

Fuente: Elaboración propia

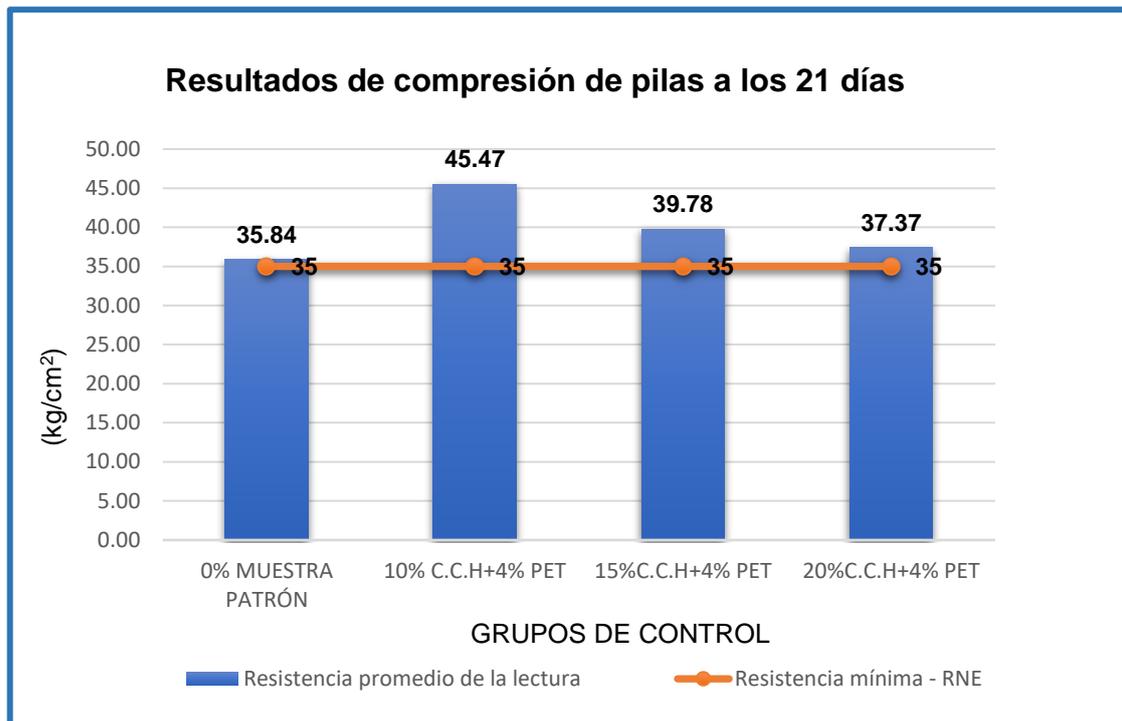


Figura 64. Comparación de f'c pilas con adiciones y patrón

Interpretación:

Las pilas elaboradas con ladrillos de muestra patrón obtuvo el f'c promedio de 35.84 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que las pilas elaborados con adición de 10% de C.C.H + 4% de plástico PET reciclado obtuvieron la resistencia a compresión promedio de 45.47 kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado las pilas elaborados con adición de 15% de C.C.H + 4% de plástico PET reciclado obtuvieron el f'c promedio de 39.78 kg/cm<sup>2</sup>, finalmente se tiene las pilas elaborados con adición de 20% de C.C.H + 4% de plástico PET reciclado obtuvieron el f'c promedio de 37.37 kg/cm<sup>2</sup>, con estos resultados se conoce que la adición óptima es de 10% de ceniza de cáscara de huevo + 4% de plástico PET reciclado, ya que se obtuvo la mayor resistencia con este porcentajes.

## 4.4 Contratación de hipótesis

### Hipótesis Específico 01:

La adición de ceniza de cáscara de huevo en 10%, 15% y 20% y plástico PET reciclado en 4% inciden de manera positiva significativamente en las propiedades físicas del ladrillo.

H1: Al utilizar la ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado se incide significativamente en las propiedades físicas de los ladrillos artesanales.

H0: Al utilizar la ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado no se incide significativamente en las propiedades físicas de los ladrillos artesanales.

Si  $p \text{ valor} \leq 0.05 \implies$  Se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa.

Si  $p \text{ valor} > 0.05 \implies$  Se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se rechaza la hipótesis alternativa.

Normalidad de datos : consiste en realizar la comparación de los cuantiles de la distribución observada con los cuantiles teóricos de una distribución normal con la misma media y desviación estandar que los datos.

### Nivel de significancia

Se representa  $\alpha = 0.05 = 5\%$

### Elección de prueba estadística

$n$  = número de datos

$n > 50$  ..... Kolmogórov-Smirnov

$n < 50$  ..... Shapiro-Wilk

## Variación dimensional de la unidad de albañilería

A continuación, se muestra la prueba de normalidad de la variación dimensional del largo, realizado en el SPSS, en el que se seleccionó la prueba estadística de Shapiro-Wilk, debido a que se tiene menor de cincuenta datos a analizar.

**Tabla 42. Prueba de normalidad de largo**

	Adición	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
V. dimensional largo	MUESTRA PATRÓN	0.868	10	0.095
	ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	0.821	10	0.026
	ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	0.963	10	0.823
	ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	0.858	10	0.071
a. Corrección de significación de Lilliefors				

P valor = 0.026 < 0,05 =====> La distribución no es normal

Los datos de la variable variación dimensional no tienen normalidad, por ello se utilizó Kruskal-Wallis.

**Tabla 43. Resumen de contrastes de hipótesis V.D. largo**

	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	La distribución de V. dimensional largo es la misma entre categorías de Adición.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.042	Rechace la hipótesis nula.
a El nivel de significación es de .050.				
b Se muestra la significancia asintótica.				

**Tabla 44. Resumen de prueba Kruskal-Wallis de M. independientes V.D. largo**

N total	40
Estadístico de prueba	8.204 <sup>a</sup>
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.042
a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.	

**Tabla 45. Comparaciones por parejas de Adición V.D. largo**

Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. ajust. <sup>a</sup>
ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET-ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	6.550	5.226	1.253	0.210	1.000
ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET-ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	-9.650	5.226	-1.847	0.065	0.389
ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET-MUESTRA PATRÓN	14.600	5.226	2.794	0.005	0.031
ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET-ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	-3.100	5.226	-0.593	0.553	1.000
ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET-MUESTRA PATRÓN	8.050	5.226	1.540	0.123	0.741
ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET-MUESTRA PATRÓN	4.950	5.226	0.947	0.344	1.000
Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.					
Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .050.					
a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.					

Se tiene como resultado del análisis que  $0.042 < 0.05 \implies$  por lo tanto se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa.

A continuación, se muestra la prueba de normalidad de la variación dimensional del ancho, realizado en el SPSS, en el que se seleccionó la prueba estadística de Shapiro-Wilk, debido a que se tiene menor de cincuenta datos a analizar.

**Tabla 46. Prueba de normalidad de V.D. ancho**

	Adición	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
V. dimensional Ancho	MUESTRA PATRÓN	0.772	10	0.007
	ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	0.845	10	0.051
	ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	0.937	10	0.519
	ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	0.896	10	0.197

P valor = 0.007 < 0,05 =====> La distribución no es normal

Los datos de la variable variación dimensional no tienen normalidad, por ello se utilizó Kruskal-Wallis.

**Tabla 47. Resumen de contrastes de hipótesis V.D. ancho**

	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	La distribución de V. dimensional Ancho es la misma entre categorías de Adición.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.019	Rechace la hipótesis nula.
a. El nivel de significación es de .050.				
b. Se muestra la significancia asintótica.				

**Tabla 48. Resumen de prueba Kruskal-Wallis de M. independientes V.D. ancho**

N total	40
Estadístico de prueba	9.909 <sup>a</sup>
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.019
a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.	

**Tabla 49. Comparaciones por parejas de Adición V.D. ancho**

Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. ajust. <sup>a</sup>
ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET-ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	-11.150	5.226	-2.133	0.033	0.197
ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET-ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	-13.950	5.226	-2.669	0.008	0.046
ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET-MUESTRA PATRÓN	14.300	5.226	2.736	0.006	0.037
ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET-ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	-2.800	5.226	-0.536	0.592	1.000
ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET-MUESTRA PATRÓN	3.150	5.226	0.603	0.547	1.000
ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET-MUESTRA PATRÓN	0.350	5.226	0.067	0.947	1.000
Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.					
Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .050.					
a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.					

Se tiene como resultado del análisis que  $0.019 < 0.05 \implies$  por lo tanto se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa.

A continuación, se muestra la prueba de normalidad de la variación dimensional del alto, realizado en el SPSS, en el que se seleccionó la prueba estadística de Shapiro-Wilk, debido a que se tiene menor de cincuenta datos a analizar.

**Tabla 50. Prueba de normalidad de V.D. alto**

	Adición	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
V. dimensional Alto	MUESTRA PATRÓN	0.957	10	0.751
	ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	0.870	10	0.100
	ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	0.972	10	0.910
	ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	0.762	10	0.005

P valor = 0.005 < 0,05 =====> La distribución no es normal

Los datos de la variable variación dimensional no tienen normalidad, por ello se utilizó Kruskal-Wallis.

**Tabla 51. Resumen de contrastes de hipótesis V.D. alto**

	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	La distribución de V. dimensional Alto es la misma entre categorías de Adición.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.047	Rechace la hipótesis nula.
a. El nivel de significación es de .050.				
b. Se muestra la significancia asintótica.				

**Tabla 52. Resumen de prueba Kruskal-Wallis de M. independientes V.D. alto**

N total	40
Estadístico de prueba	7.957 <sup>a</sup>
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.047
a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.	

**Tabla 53. Comparaciones por parejas de Adición V.D. ancho**

Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. ajust. <sup>a</sup>
ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET-MUESTRA PATRÓN	1.250	5.225	0.239	0.811	1.000
ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET-ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	9.700	5.225	1.857	0.063	0.380
ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET-ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	12.050	5.225	2.306	0.021	0.127
MUESTRA PATRÓN-ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	-8.450	5.225	-1.617	0.106	0.635
MUESTRA PATRÓN-ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	-10.800	5.225	-2.067	0.039	0.232
ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET-ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	-2.350	5.225	-0.45	0.653	1.000
Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.					
Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .050.					
a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.					

Se tiene como resultado del análisis que  $0.047 < 0.05 \implies$  por lo tanto se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa.

### Absorción de la unidad de albañilería

A continuación, se muestra la prueba de normalidad de la absorción de unidades de albañilería, realizado en el SPSS, en el que se seleccionó la prueba estadística de Shapiro-Wilk, debido a que se tiene menor de cincuenta datos a analizar.

**Tabla 54. Prueba de normalidad de absorción**

	Adición	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Absorción	MUESTRA PATRÓN	0.907	5	0.451
	ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	0.875	5	0.288
	ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	0.853	5	0.204
	ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	0.88	5	0.310
a. Corrección de significación de Lilliefors				

P valor = 0.204 > 0,05 =====> La distribución es normal

Los datos de la variable variación dimensional tienen normalidad, por ello se utilizó el ANOVA.

**Tabla 55. Pruebas de homogeneidad de varianzas de absorción**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Absorción	Se basa en la media	1.817	3	16	0.185
	Se basa en la mediana	0.897	3	16	0.464
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.897	3	10.26	0.475
	Se basa en la media recortada	1.85	3	16	0.179

**Tabla 56. Prueba ANOVA de absorción**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6.461	3	2.154	29.653	<.001
Dentro de grupos	1.162	16	0.073		
Total	7.623	19			

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 57. Pruebas post hoc de absorción**

(I) Adición	(J) Adición	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MUESTRA PATRÓN	ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	1.52000*	0.17044	<.001	1.0324	2.0076
	ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	1.20400*	0.17044	<.001	0.7164	1.6916
	ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	.82200*	0.17044	<.001	0.3344	1.3096
ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	MUESTRA PATRÓN	-1.52000*	0.17044	<.001	-2.0076	-1.0324
	ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	-0.31600	0.17044	0.286	-0.8036	0.1716
	ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	-.69800*	0.17044	0.004	-1.1856	-0.2104
ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	MUESTRA PATRÓN	-1.20400*	0.17044	<.001	-1.6916	-0.7164
	ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	0.31600	0.17044	0.286	-0.1716	0.8036
	ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	-0.38200	0.17044	0.154	-0.8696	0.1056
ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	MUESTRA PATRÓN	-.82200*	0.17044	<.001	-1.3096	-0.3344
	ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	.69800*	0.17044	0.004	0.2104	1.1856
	ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	0.38200	0.17044	0.154	-0.1056	0.8696

\* La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Se tiene como resultado de significancia  $0.001 < 0.05$  =====> por lo tanto se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alternativa.

### Alabeo de la unidad de albañilería

A continuación, se muestra la prueba de normalidad del alabeo cóncavo de unidades de albañilería, realizado en el SPSS, en el que se seleccionó la prueba estadística de Shapiro-Wilk, debido a que se tiene menor de cincuenta datos a analizar.

**Tabla 58. Prueba de normalidad de alabeo cóncavo**

	Adición	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Alabeo Cóncavo	MUESTRA PATRÓN	0.891	10	0.175
	ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	0.855	10	0.066
	ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	0.849	10	0.057
	ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	0.701	10	<.001

P valor = 0.001 < 0,05 =====> La distribución no es normal

Los datos de la variable variación dimensional no tienen normalidad, por ello se utilizó Kruskal-Wallis.

**Tabla 59. Resumen de contrastes de hipótesis alabeo cóncavo**

	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	La distribución de Alabeo Cóncavo es la misma entre categorías de Adición.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.01	Rechace la hipótesis nula.
a. El nivel de significación es de .050.				
b. Se muestra la significancia asintótica.				

**Tabla 60. Resumen de prueba Kruskal-Wallis M. independientes A. cóncavo**

N total	40
Estadístico de prueba	11.277 <sup>a</sup>
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.010
a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.	

**Tabla 61. Comparaciones por parejas de Adición alabeo cóncavo**

Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. ajust. <sup>a</sup>
ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET-ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	-10.700	5.181	-2.065	0.039	0.233
ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET-ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	-15.000	5.181	-2.895	0.004	0.023
ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET-MUESTRA PATRÓN	15.100	5.181	2.915	0.004	0.021
ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET-ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	4.300	5.181	0.83	0.407	1.000
ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET-MUESTRA PATRÓN	4.400	5.181	0.849	0.396	1.000
ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET-MUESTRA PATRÓN	0.100	5.181	0.019	0.985	1.000
Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.					
Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .050.					
a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.					

Se tiene como resultado del análisis que  $0.01 < 0.05 \implies$  por lo tanto se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa.

A continuación, se muestra la prueba de normalidad del alabeo convexo de unidades de albañilería, realizado en el SPSS, en el que se seleccionó la prueba estadística de Shapiro-Wilk, debido a que se tiene menor de cincuenta datos a analizar.

**Tabla 62. Prueba de normalidad de alabeo convexo**

	Adición	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Alabeo Convexo	MUESTRA PATRÓN	0.968	10	0.877
	ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	0.651	10	<.001
	ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	0.889	10	0.165
	ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	0.827	10	0.03

P valor = 0.001 < 0,05 =====> La distribución no es normal

Los datos de la variable variación dimensional no tienen normalidad, por ello se utilizó Kruskal-Wallis.

**Tabla 63. Resumen de contrastes de hipótesis alabeo convexo**

	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	La distribución de Alabeo Convexo es la misma entre categorías de Adición.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.003	Rechace la hipótesis nula.
a. El nivel de significación es de .050.				
b. Se muestra la significancia asintótica.				

**Tabla 64. Resumen de prueba Kruskal-Wallis M. independientes A. convexo**

N total	40
Estadístico de prueba	14.252 <sup>a</sup>
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.003
a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.	

**Tabla 65. Comparaciones por parejas de Adición alabeo convexo**

Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. ajust. <sup>a</sup>
ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET-ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	-7.5	5.149	-1.457	0.145	0.872
ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET-MUESTRA PATRÓN	9.85	5.149	1.913	0.056	0.335
ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET-ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	-19.25	5.149	-3.738	<.001	0.001
ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET-MUESTRA PATRÓN	2.35	5.149	0.456	0.648	1.000
ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET-ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	11.75	5.149	2.282	0.022	0.135
MUESTRA PATRÓN-ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	-9.4	5.149	-1.825	0.068	0.408
Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.					
Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .050.					
a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.					

Se tiene como resultado del análisis que  $0.003 < 0.05 \implies$  por lo tanto se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa.

### Hipótesis Específico 02:

H1: Al utilizar la ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado se incide significativamente en las propiedades mecánicas de los ladrillos artesanales.

H0: Al utilizar la ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado no se incide significativamente en las propiedades mecánicas de los ladrillos artesanales.

Si  $p \text{ valor} \leq 0.05 \implies$  Se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa.

Si  $p \text{ valor} > 0.05 \implies$  Se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se rechaza la hipótesis alternativa.

### Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería

A continuación, se muestra la prueba de normalidad de la resistencia a la compresión de unidades de albañilería, realizado en el SPSS, en el que se seleccionó la prueba estadística de Shapiro-Wilk, debido a que se tiene menor de cincuenta datos a analizar.

**Tabla 66. Prueba de normalidad**

	Adición	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión	MUESTRA PATRÓN	0.793	5	0.071
	ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	0.843	5	0.173
	ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	0.868	5	0.258
	ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	0.898	5	0.402
a. Corrección de significación de Lilliefors				

P valor = 0.071 > 0,05 =====> La distribución es normal

Los datos de la variable resistencia a la compresión tienen normalidad, por ello se utilizó el ANOVA.

**Tabla 67. Pruebas de homogeneidad de varianzas del f'c**

		Estadístico	gl1	gl2	Sig.
		de Levene			
Resistencia a la compresión	Se basa en la media	2.645	3	16	0.085
	Se basa en la mediana	1.106	3	16	0.376
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.106	3	9.743	0.393
	Se basa en la media recortada	2.471	3	16	0.099

**Tabla 68. Prueba ANOVA del f'c**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1371.019	3	457.006	73.243	<.001
Dentro de grupos	99.833	16	6.24		
Total	1470.852	19			

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 69. Pruebas post hoc del  $f_c$**

(I) Adición	(J) Adición	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MUESTRA PATRÓN	ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	-21.46000*	1.57982	<.001	-25.9799	-16.9401
	ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	-10.28800*	1.57982	<.001	-14.8079	-5.7681
	ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	-2.94000	1.57982	0.283	-7.4599	1.5799
ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	MUESTRA PATRÓN	21.46000*	1.57982	<.001	16.9401	25.9799
	ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	11.17200*	1.57982	<.001	6.6521	15.6919
	ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	18.52000*	1.57982	<.001	14.0001	23.0399
ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	MUESTRA PATRÓN	10.28800*	1.57982	<.001	5.7681	14.8079
	ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	-11.17200*	1.57982	<.001	-15.6919	-6.6521
	ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	7.34800*	1.57982	0.001	2.8281	11.8679
ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	MUESTRA PATRÓN	2.94000	1.57982	0.283	-1.5799	7.4599
	ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	-18.52000*	1.57982	<.001	-23.0399	-14.0001
	ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	-7.34800*	1.57982	0.001	-11.8679	-2.8281

\* La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Se tiene como resultado de significancia  $0.001 < 0.05 \implies$  por lo tanto se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa.

### Resistencia a la compresión pilas

A continuación, se muestra la prueba de normalidad de la resistencia a la compresión en pilas de tres unidades de ladrillos, realizado en el SPSS, en el que se seleccionó la prueba estadística de Shapiro-Wilk, debido a que se tiene menor de cincuenta datos a analizar.

**Tabla 70. Prueba de normalidad f'c pilas**

	Adición	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a compresión pilas	MUESTRA PATRÓN	1.000	3	0.966
	ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	0.911	3	0.423
	ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	0.996	3	0.878
	ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	0.991	3	0.823

a. Corrección de significación de Lilliefors

P valor = 0.423 > 0,05 =====> La distribución es normal

Los datos del f'c en pilas tienen normalidad, por ello se utilizó el ANOVA para realizar la contrastación de hipótesis.

**Tabla 71. Pruebas de homogeneidad de varianzas f'c pilas**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a compresión pilas	Se basa en la media	4.337	3	8	0.043
	Se basa en la mediana	1.342	3	8	0.328
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.342	3	3.05	0.406
	Se basa en la media recortada	4.064	3	8	0.05

**Tabla 72. Prueba ANOVA f'c pilas**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	160.79	3	53.597	152.249	<.001
Dentro de grupos	2.816	8	0.352		
Total	163.606	11			

**Tabla 73. Pruebas post hoc f'c pilas**

(I) Adición	(J) Adición	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MUESTRA PATRÓN	ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	-9.63000*	0.48445	<.001	-11.1814	-8.0786
	ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	-3.93333*	0.48445	<.001	-5.4847	-2.382
	ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	-1.53000	0.48445	0.053	-3.0814	0.0214
ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	MUESTRA PATRÓN	9.63000*	0.48445	<.001	8.0786	11.1814
	ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	5.69667*	0.48445	<.001	4.1453	7.248
	ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	8.10000*	0.48445	<.001	6.5486	9.6514
ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	MUESTRA PATRÓN	3.93333*	0.48445	<.001	2.382	5.4847
	ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	-5.69667*	0.48445	<.001	-7.248	-4.1453
	ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	2.40333*	0.48445	0.005	0.8520	3.9547
ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	MUESTRA PATRÓN	1.53000	0.48445	0.053	-0.0214	3.0814
	ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	-8.10000*	0.48445	<.001	-9.6514	-6.5486
	ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	-2.40333*	0.48445	0.005	-3.9547	-0.852

\* La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Se tiene como resultado de significancia  $0.001 < 0.05$  =====> por lo tanto se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa.

### Resistencia a flexión

A continuación, se muestra la prueba de normalidad de la resistencia a flexión de unidades de albañilería, realizado en el SPSS, en el que se seleccionó la prueba estadística de Shapiro-Wilk, debido a que se tiene menor de cincuenta datos a analizar.

**Tabla 74. Prueba de normalidad de R. flexión**

	Adición	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la flexión	MUESTRA PATRÓN	0.989	5	0.977
	ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	0.975	5	0.903
	ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	0.977	5	0.918
	ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	0.824	5	0.125

a. Corrección de significación de Lilliefors

P valor = 0.125 > 0,05 =====> La distribución es normal

Los datos de la variable resistencia a la flexión tienen normalidad, por ello se utilizó el ANOVA para realizar la contrastación de hipótesis.

**Tabla 75. Pruebas de homogeneidad de varianzas de R. flexión**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la flexión	Se basa en la media	1.166	3	16	0.354
	Se basa en la mediana	0.736	3	16	0.546
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.736	3	10.402	0.553
	Se basa en la media recortada	1.128	3	16	0.367

**Tabla 76. Prueba ANOVA de R. flexión**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	170.645	3	56.882	101.38	<.001
Dentro de grupos	8.977	16	0.561		
Total	179.623	19			

**Tabla 77. Pruebas post hoc R. flexión**

(I) Adición	(J) Adición	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MUESTRA PATRÓN	ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	-7.27600*	0.47374	<.001	-8.6314	-5.9206
	ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	-3.87200*	0.47374	<.001	-5.2274	-2.5166
	ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	-0.528	0.47374	0.686	-1.8834	0.8274
ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	MUESTRA PATRÓN	7.27600*	0.47374	<.001	5.9206	8.6314
	ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	3.40400*	0.47374	<.001	2.0486	4.7594
	ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	6.74800*	0.47374	<.001	5.3926	8.1034
ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	MUESTRA PATRÓN	3.87200*	0.47374	<.001	2.5166	5.2274
	ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	-3.40400*	0.47374	<.001	-4.7594	-2.0486
	ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	3.34400*	0.47374	<.001	1.9886	4.6994
ADICIÓN 20% C.C.H + 4% PET	MUESTRA PATRÓN	0.528	0.47374	0.686	-0.8274	1.8834
	ADICIÓN 10% C.C.H + 4% PET	-6.74800*	0.47374	<.001	-8.1034	-5.3926
	ADICIÓN 15% C.C.H + 4% PET	-3.34400*	0.47374	<.001	-4.6994	-1.9886

\* La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Se tiene como resultado de significancia  $0.001 < 0.05 \implies$  por lo tanto se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa.

## V. DISCUSIÓN

**Objetivo general:** Determinar la incidencia de la adición de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal.

Al realizar la investigación, se buscó evaluar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal típico, que se elaboran a base de arcilla y con adiciones de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en distintos porcentajes, en las propiedades físicas se conoce que tienen una incidencia significativa los ladrillos con adiciones de C.C.H y PET reciclado, las cuales están dentro de lo que establece la norma E.070, en cuanto a los ensayos de las propiedades mecánicas que se realizaron dieron resultados favorables ya que obtuvieron incidencia significativa en las propiedades mecánicas de los ladrillos con las adiciones de C.C.H y PET reciclado. Por lo que se está de acuerdo con la investigación de Gareca et al (2020) donde también en su adición de PET en 2,0%, 3,5% y 5,0% obtuvieron resultados favorables en las propiedades físicas y mecánicas, ya que los resultados estuvieron dentro de lo establecido de la norma. También concuerdo con la investigación de Ngayakamo et al (2020) quien al incorporar polvo de cáscara de huevo en 5%, 10% y 15% en los ladrillos de arcilla cocida tuvo como resultado que la incorporación de polvo de cáscara de huevo generó mejoras significativamente positivas en las propiedades físicas y mecánicas.

**Objetivo específico 1:** Analizar la incidencia de la adición de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en las propiedades físicas del ladrillo artesanal para viviendas.

Akinyele et al (2022) en su investigación realizó unidades de albañilería con adición de PET en 5%, 10%, 15% y 20% se obtuvo como resultado que la mayor cantidad de los ladrillos se desintegraron al momento del horneado, por ende, recomendó usar en porcentajes menores a 5% ya que en ese porcentaje las condiciones son controladas. Se concuerda con la sugerencia del autor ya que al realizar los ladrillos con 4% de PET reciclado no se tuvo inconvenientes con las propiedades físicas debido a que es un porcentaje controlable. También se

concuerta con Gareca et al (2020) quien realizó ladrillos con 2,0%, 3,5% y 5,0% de polietileno Tereftalato y obtuvo que los resultados de las propiedades físicas están en función a la norma y cumplen los requisitos para usarse en construcciones sin disminuir su calidad, ya que en el porcentaje de absorción se conoce como resultado 10.11% de absorción el cual está dentro del valor que indica la norma.

Los resultados obtenidos anteriormente tienen relación y por ello se concuerda con Benavidez et al (2021) quien nos da a conocer que el PET genera un aporte significativo en la propiedad física de absorción, ya que al analizar se obtuvo 5.81% de absorción el cual es favorable para el ladrillo. Por otro lado, se tiene la investigación de Castillo (2022) con el que se está de acuerdo con los resultados de su investigación, que da a conocer que la incorporación de ceniza de caña de azúcar, mejora el contenido de humedad, debido a esto aporta en las propiedades físico-mecánicas del suelo.

**Objetivo específico 2:** Evaluar la influencia de la adición de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en las propiedades mecánicas.

Para realizar la evaluación de la influencia de la adición de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en las propiedades mecánicas se tiene la investigación de Malek et al (2022), quien realizó ladrillos de cemento con vidrio y PET el cual tuvo resultados positivos debido a que la incorporación de desechos mejoró significativamente de manera positiva en las propiedades térmicas, en la resistencia a flexión y se obtuvo que a comparación del ladrillo patrón, el ladrillo con adición de desechos tiene un aumento elevado de resistencia a la flexión y en lo que resulta de la resistencia a la compresión también incrementó su resistencia, por ello teniendo los resultados de la investigación realizada con la adición de PET reciclado en un porcentaje de 4% se concuerda con el autor. También se tiene a Gareca et al (2020) quien realizó ladrillos con 2,0%, 3,5% y 5,0% de polietileno Tereftalato y obtuvo que los resultados de las propiedades mecánicas están en función a la norma y cumplen los requisitos para usarse en construcciones sin

disminuir su calidad, ya que obtuvieron mayor resistencia a la compresión y flexión.

Se concuerda con la investigación de Angulo (2021) se realizó ladrillo de con perlitas de Poliestireno en un peso de 10kg/m<sup>3</sup>, el resultado que se obtuvo fue que cumple con lo básico de los parámetros establecido y por ello se tendría una nueva forma de elaborar unidades de albañilería con perlitas de Poliestireno, ya que la resistencia a la compresión está en función de la norma por ende es apto para realizar viviendas.

Se tiene la investigación del autor La Torre (2022) con el que se concuerda con los resultados obtenidos de su investigación, durante su investigación se evaluó una nueva forma de elaborar ladrillos ecológicos de suelo-cemento con la finalidad de reducir las contaminaciones producidas y mantener los factores ambientales. Como resultado se conoce que la resistencia a compresión está dentro de lo establecido de la norma, por lo que se puede apreciar una nueva manera de elaborar ladrillos.

Se concuerda con Benavidez et al (2021) quien realizó ladrillos con PET y cal hidratado, reemplazando las proporciones de cemento con cal hidratado en un 3,6 y 9% del peso en el cemento y también con PET en un porcentaje de 3,6 y 9% y obtuvo como resultado que las dosificaciones del ladrillo de concreto adicionando cal hidratada y PET tienen mayor resistencia a la compresión. En la elaboración de los ladrillos artesanales de arcilla se incorporó 4% de PET reciclado, se tuvo como resultado que fue una adición adecuada ya que la resistencia a compresión y flexión obtuvieron mayor resistencia de la que establece la norma por ello se concuerda con la investigación del autor.

Se concuerda con el resultado de la investigación de Aragón (2022) quien nos da a conocer que al incorporar fibras de polipropileno en 0.4% se tiene como resultado de la investigación que la incorporación de polipropileno ayudó a incrementar su resistencia en un 59%. En conclusión, se obtuvo que al incorporar polipropileno en el adobe ayuda al incremento de su resistencia. Al analizar esta

investigación se conoce que el porcentaje de adición de polipropileno que se utilizó es un porcentaje muy pequeño por ello es fácil de manipular, en cuanto a las adiciones del plástico los porcentajes recomendables son menores a 5%, por ello se está de acuerdo con el autor.

Ngayakamo et al (2020) quien realizó ladrillos de arcilla con adiciones de polvo de granito y cáscara de huevo se realizó tres adiciones la primera adición de 10% P.G y 5% P.C.H, la segunda adición 20% P.G y 10% P.C.H y la tercera adición 25% P.G y 15% P.C.H de las cuales se obtuvo como resultado que los ladrillos con incorporación de 20% P.G y 10% P.C.H obtuvieron mayor resistencia a la compresión. En la investigación que realicé de ladrillos artesanales con adiciones de ceniza de cáscara de huevo en los porcentajes de 10%, 15% y 20% también se tiene como adición óptima el 10% de ceniza de cáscara de huevo, por lo cual se concuerda con la investigación del autor.

Se tiene la investigación de Alaloul et al (2020) con el que se está en desacuerdo con los resultados obtenidos de su investigación, la metodología que utilizó fue incorporar tereftalato de polietileno molido en los porcentajes de 20%, 40%, 60% y 80% y ligante de poliuretano 20%, 40%, 60% y 80%, en ladrillos de los cuales se realizaron doce diseños de mezcla con diferentes porcentajes y se determinó como resultado que la incorporación de 60% de PET y 40% de PU obtuvo la resistencia compresión más alta y la incorporación de 20% de PET y 80% PU, obtuvo la resistencia a compresión más baja. Con la investigación el desacuerdo se debe a que el PET es un material que a mayor incorporación se tiene efectos negativos debido a la desintegración del material.

Cabe resaltar que los resultados que se obtuvo de la investigación con la adición de C.C.H y PET reciclado fueron favorables con los distintos porcentajes de adición, se conoce que la ceniza de cáscara de huevo y PET reciclado influyen de manera positiva significativamente en mejorar las propiedades físicas y mecánicas, por ende, se puede corroborar que la información brindada en esta investigación tiene relación con los antecedentes.

## VI. CONCLUSIÓN

1. Como conclusión de la investigación se tiene que la adición de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado inciden de manera significativa en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal, esto se conoce mediante los ensayos físicos y mecánicos que se realizaron en el laboratorio los cuales cumplen con los requisitos de la norma E. 070.
2. La investigación concluye sobre las propiedades físicas del ladrillo artesanal, en el cual se analizó la variación dimensional, alabeo y absorción de los ladrillos de muestra patrón, la adición de 10% de C.C.H. + 4% de PET reciclado, la adición de 15% de C.C.H. + 4% de PET reciclado y la adición de 20% de C.C.H. + 4% de PET reciclado, todas estas propiedades cumplen con lo establecido de la norma, la variación dimensional está dentro del parámetro máximo en porcentajes que establece la norma E.070, en cuanto al alabeo se tiene como resultado que cumple con el parámetro máximo en (mm) y la absorción está dentro del porcentaje que indica la norma E.070.
3. Se tiene como conclusión de las propiedades mecánicas que la adición de ceniza de cáscara de huevo más plástico PET inciden significativamente en sus propiedades, esto se conoce con los resultados obtenidos en los cuales se mostraron que los tres porcentajes de adición incrementaron su resistencia a compresión en unidades y pilas, como también la resistencia a la flexión aumento significativamente.
4. Se concluye la investigación de ladrillos artesanales realizados en el distrito de Compañía, cumplen con lo establecido de la norma ya que la muestra patrón que se analizó obtuvo la resistencia requerida que indica la norma E.070.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. La dosificación que se recomienda es del 10% de C.C.H + 4% de PET reciclado debido a que en este porcentaje de adición se obtuvo mayores beneficios en las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal.
2. Se recomienda que se implemente en la norma E. 070 un parámetro para el análisis de la flexión, ya que la norma E.070 vigente no indica la resistencia mínima en flexión que debe tener un ladrillo artesanal.
3. Se recomienda a otros investigadores para futuras investigaciones analizar los ladrillos artesanales con porcentajes menores al 10% de ceniza de cáscara de huevo.
4. Para futuras investigaciones se recomienda continuar la investigación con otras maneras de reemplazar en un porcentaje la arcilla y sustituirlo por materiales que se desechan a diario.
5. Se recomienda la implementación de la tecnología en la elaboración de ladrillos para así reducir la contaminación ambiental, teniendo en consideración materiales desechables al momento de realizar ladrillos.
6. A las ladrilleras artesanales se recomienda analizar esta manera de realizar ladrillos para así vender ladrillos que tengan mayor resistencia.

## REFERENCIAS

Akinyele, J., Igba, U. y Adigun, B. Effect of waste PET on the structural properties of burnt bricks. *Scientific African* [en línea] marzo 2020, vol. 7, [fecha de consulta: 10 de setiembre de 2022].

Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468227620300399>

Ikechukwu, A. y Shabangu, C. Strength and durability performance of masonry bricks produced with crushed glass and melted PET plastics. *Case Studies in Construction Materials* [en línea] Junio 2021, vol. 14, [fecha de consulta: 10 de setiembre de 2022].

Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509521000577>

Limami, H., Imad, M., Khalid, C y Asmae, K,. Study of the suitability of unfired clay bricks with polymeric HDPE & PET wastes additives as a construction material. *Journal of Building Engineering* [en línea] Enero 2020, vol. 27, [fecha de consulta: 10 de setiembre de 2022].

Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710219310903>

Alaloul, W., John, V y Musarat, M. Mechanical and thermal properties of interlocking bricks utilizing wasted polyethylene terephthalate. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, [en línea]. Mayo 2020, vol. 14, N° 1 [fecha de consulta: 17 de setiembre de 2022].

Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40069-020-00399-9>

Chhazed, A., Makwana, M., Chavda, N., Navlakhe, A. Utilization of PET Waste in Plastic Bricks, Flexible Pavement & as Alternative Constructional Material-A review. *International Journal of Applied Engineering Research* [en línea]. 2019, vol. 14, N° 3, [fecha de consulta: 17 de setiembre de 2022].

Disponible en: [http://ripublication.com/ijaer19/ijaerv14n3\\_04.pdf](http://ripublication.com/ijaer19/ijaerv14n3_04.pdf)

ISSN: 0973-4562

Aneke, F., Awuzie, B., Mostafa, M y Okorafor C. Durability Assessment and Microstructure of High-Strength Performance Bricks Produced from PET Waste and Foundry Sand. *Materials*, [en línea]. Setiembre 2021, vol. 14, N°19 [fecha de consulta: 1 de octubre de 2022].

Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1944/14/19/5635>

Da Silva, T., Cecchin, D., De Azevedo, A., Valadão, I., Alexandre, J., Da Silva, F., Marvila, M. Gunasekaran, M. Filho, F. y Monteiro, S. Technological characterization of PET—polyethylene terephthalate—added soil-cement bricks. *Materials* [en línea]. Setiembre 2021, vol. 14, N° 17 [fecha de consulta: 15 de setiembre de 2022].

Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1944/14/17/5035>

Karslıoğlu, A., Balaban, E y Onur, M. Insulation Properties of Bricks with Waste Rubber and Plastic: A. *Journal of Nature* [en línea]. 2021, vol. 1 [fecha de consulta: 5 de octubre de 2022].

Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Asena-Karslioglu-Kaya/publication/349104328\\_Insulation\\_Properties\\_of\\_Bricks\\_with\\_Waste\\_Rubber\\_and\\_Plastic\\_A\\_Review/links/60201a1b299bf1cc26ae683c/Insulation-Properties-of-Bricks-with-Waste-Rubber-and-Plastic-A-Review.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Asena-Karslioglu-Kaya/publication/349104328_Insulation_Properties_of_Bricks_with_Waste_Rubber_and_Plastic_A_Review/links/60201a1b299bf1cc26ae683c/Insulation-Properties-of-Bricks-with-Waste-Rubber-and-Plastic-A-Review.pdf)

Ibrahim, J., Kotova, O., Sun, S., Kurovics, E., Tihtih, M y Gömze, L. Preparation of innovative eco-efficient composite bricks based on zeolite-poor rock and Hen's eggshell. *Journal of Building Engineering* [en línea]. Enero 2022, vol. 45 [fecha de consulta: 15 de Noviembre de 2022].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710221013498>

Ngayakamo, B., Bello, A., Onwualu, A. Development of eco-friendly fired clay bricks incorporated with granite and eggshell wastes. *Environmental Challenges* [en línea]. Diciembre 2020, vol. 1. [fecha de consulta: 15 de Noviembre de 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envc.2020.100006>

Yalley, P. y Adogla, F. Improving Compressed Laterite Bricks using Powdered Eggshells [en línea]. Noviembre 2022 [fecha de consulta: 26 de Noviembre de 2022].

Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/364997504>

Hasan, M., Zaini, M., Yie, L., Masri, K., Jaya, R. Hyodo, M. y Winter, M. Effect of optimum utilization of silica fume and eggshell ash to the engineering properties of expansive soil. *journal of materials research and technology* [en línea]. Setiembre y Octubre 2021, vol. 14. [fecha de consulta: 14 de setiembre de 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.07.023>

Maure, J., Candanedo, M., Madrid, J., Bolobosky, M., y Marín, N. Fabricación de ladrillos a base de polímeros PET y virutas metálicas [en línea]. Junio 2018 vol. 4, N° 2 [fecha de consulta: 20 de setiembre de 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v4.0.1816>

Mayorga, D., Pérez, J., Tapia, I., Flores, J., Miranda, G. y Paredes, A. Caracterización del Material Presente en la Mina de la Comunidad Sucre como Material Alternativo para la Fabricación de Bloques Tipo Ladrillo con Pet [en línea]. Febrero 2022, vol. 7, N° 2 [fecha de consulta: 20 de setiembre de 2022].

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8354899>

ISSN: 2550 - 682X.

Gareca, M., Andrade, M., Pool, D., Barrón, F. y Villarando, H. Nuevo material sustentable: ladrillos ecológicos a base de residuos inorgánicos [en línea]. Junio 2020, vol. 18, N° 21 [fecha de consulta: 20 de setiembre de 2022].

Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2225-87872020000100003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2225-87872020000100003&script=sci_arttext)

ISSN 2225-8787.

Gutiérrez, S., Revuelta, M., y Pacheco C. Análisis del ciclo de vida (ACV): De un cemento producido con reemplazo de cáscara de huevo y cáscara de arroz. [en línea]. Junio 2022, vol. 17, N° 1, [fecha de consulta: 20 de setiembre de 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.22507/pml.v17n1a6>

ISSN: 2323 - 0703

Moncaleano, Cindy. Melhoramento de um solo granular por ativação alcalina de resíduos de vidro e cal de casca de ovo. Tesis (Magíster en ingeniería civil). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2021.

Disponible en: <http://hdl.handle.net/10183/229465>

Angulo, Juan. Comparación de las características económico-social y ambiental de la unidad de albañilería sostenible y el ladrillo de arcilla tradicional. Tesis (Maestro en Arquitectura). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2021.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55640>

Gastañaga, Waldo y Pascacio, Juan. Gestión de residuos de concreto y ladrillo en la construcción de edificios. Tesis (Maestro en gestión de la construcción). Lima: Universidad Tecnológica Del Perú, 2018.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12867/2184>

La Torre, César. Propuesta de elaboración de ladrillos ecológicos suelo-cemento, para mitigar la Contaminación Atmosférica, producida por ladrilleras artesanales en la región Lambayeque. Tesis (Doctor en ciencias ambientales) Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2022.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12893/10014>

Benavidez, D. y Benavidez, C. Caracterización de ladrillo de concreto con cal hidratada y plástico PET reciclado. Revista Ciencia Nor@ndina [en línea]. Setiembre 2021, vol. 4, N° 2 [fecha de consulta: 20 de setiembre de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.37518/2663-6360X2021v4n2p34>

Aragon, John. Mejoramiento del adobe manufacturado en el valle del Colca con la incorporación de aditivos fibras de polipropileno y quitosano. Tesis (Doctor en Ciencias y Tecnologías Medioambientales). Arequipa: Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa, 2022.

Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12773/14052>

Zambrano, C., Latorre, G. y Carrillo, B. Materiales Poliméricos y el impacto ambiental. Polo del Conocimiento [en línea]. Junio 2022, vol. 7, Nº 6, [fecha de consulta: 22 de setiembre de 2022].

Disponible en: <https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4092>

ISSN: 2550-682X

Aizpurua, L., Moreno, G. y Caballero, K. Estudio del concreto de alta resistencia con el uso de cenizas de materiales orgánicos y polímeros. I+ D Tecnológico [en línea]. Diciembre 2018, vol. 14, Nº 2, [fecha de consulta: 22 de setiembre de 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.33412/idt.v14.2.2071>

ISSN: 1680-8894

Useche, M., Artigas, W., Queipo, B., Perozo, E. Técnicas e instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos, 2019. [fecha de consulta: 20 de Octubre de 2022].

Disponible en: <https://repositoryinst.uniguajira.edu.co/handle/uniguajira/467>

ISBN: 978-956-6037-04-0

Reyes, Nadxheli. Implementación de un centro de acopio comunitario gratuito de residuos orgánicos en la ciudad de Puebla. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Ambiental). Puebla: Universidad Autónoma de Puebla, 2022.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12371/16957>

Carlos, S. y Gonzales, P. Mejoramiento de las propiedades mecánicas de los ladrillos de arcilla aplicando cenizas volantes y tereftalato de polietileno, Monsefú. Tesis (título profesional de Ingeniera civil). Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, 2021.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/90135>

Bedoya, A. y Valencia, M. Usos potenciales de la cáscara de huevo de gallina una revisión sistemática. Revista colombiana de ciencia animal recia [en línea]. Julio –

Diciembre 2020, vol. 12, N° 2, [fecha de consulta: 24 de octubre de 2022].  
Disponibile en: <https://doi.org/10.24188/recia.v12.n2.2020.776>

ISSN 2027-4297

Reciclado de Plástico PET [en línea]. Perú 2019 [fecha de consulta: 24 de octubre de 2022].

Disponibile en [http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/16146/1/BOLA%C3%91OS\\_ZEA\\_JUA\\_PET.pdf](http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/16146/1/BOLA%C3%91OS_ZEA_JUA_PET.pdf)

Zabala, Jhony. La industria del reciclaje en la ciudad de Quito, propuesta de modelo de negocio para la industria de reciclaje de plástico PET. Tesis (Maestría en Dirección de Empresas). Ecuador: Universidad Andina Simón Bolívar, 2018.

Disponibile en: <http://hdl.handle.net/10644/6118>

Ministerio del ambiente [en línea]. [fecha de consulta: 17 de setiembre de 2022]. Perú 2020. 6 pp.

Disponibile en: [https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/dossier\\_ayacuch\\_o\\_jun20.pdf](https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/dossier_ayacuch_o_jun20.pdf)

Cuza, E., Reyes, O., Fundora, N. y Martínez, J. Ensayos a compresión en prismas de mampostería. Revista Ciencia Y Construcción [en línea]. Marzo 2022, Vol. 3, N° [fecha de consulta: 17 de setiembre de 2022].

Disponibile en: <https://rcc.cujae.edu.cu/index.php/rcc/article/view/107>

ISSN 2789 – 7605

Pereyra, L. y Vaira, M. Diseño de Muestreo. [en línea]. 2021. [fecha de consulta: 22 de Abril de 2023].

Disponibile en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/156720>

Miguel Aleza, Roberto. Degradación de Polietilentereftalato (PET) para la obtención de poliuretanos. (Trabajo de fin de grado) España: Universidad Rey Juan Carlos, 2020.

Disponible en: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/220589/1/808258.pdf>.

Chingal Rosero, Raúl Ernesto. Evaluación física, química y microbiológica de huevos comerciales de gallina, durante su almacenamiento (32 días), bajo diferentes condiciones ambientales. (Tesis de pregrado) Quito: Universidad Central Del Ecuador, 2015.

Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6434/1/T-UCE-0008-095.pdf>

CHU, J., Cai, Y., Li, C., Wang, X., Liu, Q y He, M. Flujos dinámicos de plástico de tereftalato de polietileno (PET) en China. Gestión de residuos [en línea]. Marzo 2021, Vol. 124 [fecha de consulta: 20 de Abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.01.035>

Alani, A. Bunnorib, M., Noamanc, A y Majid, T. Durability performance of a novel ultra-high-performance PET green concrete (UHPPGC) (UHPPGC). Construcción y Materiales de Construcción [en línea]. Junio 2019, vol. 209 [fecha de consulta: 20 de Abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.088>

Gonzales, G. Aguilar, A. Huaco, G y Garber, D. Comportamiento sísmico y funciones de fragilidad de infraestructura antigua de mampostería confinada con ladrillos artesanales. En Ciclo de Conferencias IOP: Ciencia e Ingeniería de Materiales [en línea]. Setiembre 2020 [fecha de consulta: 20 de Abril de 2023].

Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/999/1/012006/meta>

Abdelmegeed, Mohamed. Modified mud bricks for strengthening historic earthen structures: towards sustainable and green restoration [en línea]. 2020, vol. 7, N° 7, [fecha de consulta: 20 de Abril de 2023].

Disponible en: [https://journals.ekb.eg/article\\_137723.html](https://journals.ekb.eg/article_137723.html)

Ukaogo, P., Ewuzie, U y Onwuka, C. Environmental pollution: causes, effects, and the remedies. En *Microorganisms for sustainable environment and health*. Elsevier [en línea]. 2020 [fecha de consulta: 20 de Abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819001-2.00021-8>

Shen, M., Biao, G., Zeng, G., Zhang, Y., Xiaofeng, W. y Tang, W. Are biodegradable plastics a promising solution to solve the global plastic pollution?. *Contaminación ambiental* [en línea]. Agosto 2020, vol. 263 [fecha de consulta: 20 de Abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114469>

Bank, M., Swarzenski, P., Duarte, C., Rillig, M., Koelmans, A., Wright, M., Provencher, J., y Thiel, M. Global Plastic Pollution Observation System to Aid Policy. *Ciencia y tecnología ambientales* [en línea]. Junio 2021, vol. 55, N° 12 [fecha de consulta: 15 de Mayo de 2023].

Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.est.1c00818>

Adiyanto, O., Mohamad, E., Jaafar, R., Faishal, M. y Rasid, M. Optimization of PET Particle-Reinforced Epoxy Resin Composite for Eco-Brick Application Using the Response Surface Methodology. *Sustainability*, [en línea]. Febrero 2023, vol. 15, N° 5 [fecha de consulta: 15 de Mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su15054271>

Wahab, R., Mazlán, M., Yakia, A., Fadzli, B. y Zaidb, M. Study on the physical and mechanical properties of low energy consumption fired industrial waste clay bricks from eggshells and rice husks [en línea]. 2023, Vol. 75 [fecha de consulta: 15 de Mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.10.083>

Elavarasan, S., Priya, A., Elango, K. y Shahithyaa, S. A review on addition of egg shell powder to CSEB blocks [en línea]. Abril 2023 [fecha de consulta: 15 de Mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.03.718>

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES NORMA E.070 ALBAÑILERÍA  
[en línea]. [fecha de consulta: 20 de setiembre de 2022]. Perú 2019. 11-18 pp.

Disponible en: <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.070-alba-ileria-sencico.pdf>

NTP 399.613 Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

Disponible en: <https://pdfcoffee.com/qdownload/ntp-399-613-pdf-5-pdf-free.html>

Norma técnica Ecuatoriana INEN 295. Ladrillos cerámicos definiciones, clasificación y condiciones generales.

Disponible en: <https://studylib.es/doc/4480388/n-te-inen-0293--ladrillos-cer%C3%A1micos.-definiciones.-clasifi...>

## ANEXOS

**Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE: CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO.	Bedoya y Valencia (2020) nos dan a conocer que la cáscara de huevo está conformada en un 95% de compuestos minerales y en un porcentaje de 3,0% a 3.5% por componentes orgánicos.	Se adicionó ceniza de cáscara de huevo, en tamaño que pase por el tamizaje de la malla N°200 en los porcentajes 10%,15% y 20% en reemplazo del peso del volumen de la arcilla.	Dosificación de la mezcla del ladrillo	Proporción	m <sup>3</sup>	Razón
			Porcentaje de la adición	0% 10% 15% 20%	%	Razón
			Análisis químico	Óxido de calcio (86.20%) Óxido de Fósforo (0.54%) Óxido de Potasio (0.24%) Óxido de Magnesio MgO (6.63%) Óxido de Azufre (0.10%)	%	Intervalo
VARIABLE INDEPENDIENTE: PLÁSTICO PET RECICLADO.	Zambrano, castro y carrillo, (2022) El plástico viene a ser un material polimérico que está compuesto de molécula orgánica, el uso actualmente está deteriorando el ecosistema en los últimos años. Por ello se realizaron análisis de en función al comportamiento de	Se adicionará plástico PET reciclado en el tamaño máximo que pase por la malla N°4 de 4.75 mm y como tamaño mínimo que pase por la malla N°20 de 0.84 mm. En un porcentaje de 4% en reemplazo del volumen de la arcilla.	Porcentaje de la adición	4%	%	Razón
			Tamaño	Largo Ancho	mm	Intervalo

	calor y se separaron en dos grupos termoestable y termoplástico.					
VARIABLE DEPENDIENTE: PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL	Aguilera (2016) nos indica que: "Las propiedades mecánicas son aquellas que describen el comportamiento de un material ante la aplicación de acciones o fuerzas sobre él. Entre las propiedades mecánicas de los ladrillos de arcilla, tenemos la resistencia a compresión. El módulo de rotura, resistencia al impacto, resistencia al desgaste entre otros".	Se realizaron ensayos según la Norma técnica E.070 de Albañilería con la adición de ceniza de cáscara de huevo y Plástico PET reciclado.	Propiedades Físicas	Variación Dimensional	mm	Razón
				Alabeo	mm	Razón
				Absorción	%	Razón
			Propiedades Mecánicas	Resistencia a la compresión en unidad de ladrillo. (NTP 399.613)	kg/cm <sup>2</sup>	Razón
				Resistencia a la compresión en pilas. (NTP 399.613)	kg/cm <sup>2</sup>	Razón
				Resistencia a flexión. (NTP 399.613 – INEN 295)	kg/cm <sup>2</sup>	Razón

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 2: Matriz de consistencia.**

INCIDENCIA DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS					
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES		METODOLOGÍA
			VARIABLE	DIMENSIONES	
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	INDEPENDIENTE:	Porcentaje de la adición de la ceniza de cáscara de huevo.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: *GENERAL: Científico
¿Cuál es la incidencia de la adición de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal?	Determinar la incidencia de la adición de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal.	La adición de la ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado inciden significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal.	Variable independiente: ceniza de cáscara de huevo.	Porcentaje de la adición del plástico PET reciclado.	TIPO DE INVESTIGACIÓN: *Aplicada
			Variable independiente: plástico PET reciclado.		
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECÍFICOS	DEPENDIENTE:	MUESTRA	POBLACIÓN Y MUESTRA: *POBLACIÓN: 136 ladrillos artesanales utilizados para realizar las distintas pruebas.
¿Cuál es la incidencia de la adición de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en las propiedades físicas?	Analizar la incidencia de la adición de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en las propiedades físicas.	La adición de ceniza de cáscara de huevo en los porcentajes de 10%, 15% y 20% y plástico PET reciclado en el porcentaje de 4% inciden de manera positiva significativamente en las propiedades físicas.	Propiedades Físicas	Variación Dimensional	MUESTRA: *Censal
				Alabeo	
¿Cómo incide la adición de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en las propiedades mecánicas?	Evaluar la incidencia de la adición de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en las propiedades mecánicas.	Adicionando ceniza de cáscara de huevo en los porcentajes de 10%, 15% y 20% y plástico PET reciclado 4% incide de manera positiva significativamente en las propiedades mecánicas.	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión en unidad de ladrillo.	TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN: *Observación directa *Análisis documental.
				Resistencia a la compresión en pilas.	
				Resistencia a flexión	

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 3: Resultado del Turnitin

Incidencia de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en las propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal para viviendas

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>21</b> %	<b>21</b> %	<b>6</b> %	<b>11</b> %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>4</b> %
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>4</b> %
<b>3</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>3</b> %
<b>4</b>	<b>digibuo.uniovi.es</b> Fuente de Internet	<b>2</b> %
<b>5</b>	<b>repository.ucc.edu.co</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>6</b>	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>7</b>	<b>tesis.pucp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>8</b>	<b>asociacionbrisadelmar.wordpress.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %

**INFORME N° 328-2023-LABINGEOMAX**

**IGM-FS-010-2023**

**ENSAYOS EN LABORATORIO  
PARA UNIDADES Y PILAS DE  
ALBAÑILERIA**

**PROYECTO:**

**“INCIDENCIA DE  
CENIZA DE CÁSCARA  
DE HUEVO Y  
PLÁSTICO PET  
RECICLADO EN LAS  
PROPIEDADES  
FÍSICO-MECÁNICAS  
DEL LADRILLO  
ARTESANAL PARA  
VIVIENDAS”**

**UBICACIÓN:**

**AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO**

**SOLICITANTE:**

**BACH. ALEJANDRINA FLOR DE MARIA GOMEZ  
BARZOLA**



**INGEOMAX**

**Ing. Arco Anthony Mauro A. Arce**



**INGENIERIA GEOTECNICA AL MÁXIMO SAC  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS**



**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**ENSAYOS EN LABORATORIO**

**INGEOMAX**  
S.A.C.  
Ing. Roy Misgo Pauli Corderos  
CIP N° 200234  
JEFE DE LABORATORIO

**INGEOMAX**  
Ing. Miriam Anthony Motta Arias  
CIP N° 201114  
ENCARGADA DE GEOTECNICA

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)</b>	F - 3G - 100	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO:	"INCIDENCIA DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECIICADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS"		
SOLICITANTE:	BACH. ALEJANDRINA FLOR DE MARÍA GÓMEZ BARZOLA		
UBICACIÓN:	AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> : CANTERA DE ARCILLA <b>MUESTRA</b> : CANTERA DE ARCILLA <b>ESTRATO</b> : - <b>PROFUND. (m)</b> : -	<b>TIPO DE MATERIAL</b> : FLEPIDO <b>COD. PROYECTO</b> : IOM-PS-PC-010-2022 <b>COD. MUESTRA</b> : M-ABC-2022 <b>FECHA</b> : May-23
---	---

N° DE ENSAYOS		1	2
N° Tara	N°	10	23
Masa Tara + Suelo Humedo	(g)	99.8	100.7
Masa Tara + Suelo Seco	(g)	93.3	93.8
Masa Tulu	(g)	27.7	27.9
Masa Agua	(g)	6.5	7.1
Masa Suelo Seco	(g)	65.5	65.9
Contenido de Humedad	(%)	10.0	10.8
<b>Promedio (%)</b>		<b>10.4</b>	

**Observaciones:**

.....  
 .....

  
 .....  
 Ing. Roy Nolasco Tapuli Córdova  
 CIP N° 290234  
 JEFE DE LABORATORIO

  
 .....  
 Ing. Mónica P. Villalobos Pardo J. Ariza  
 CIP N° 290234  
 ESPECIALISTA EN DESEMPEÑO DE LABORATORIO

	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D4318 , MTC E-110)</b>	F - SG - 101	
		Revisión:	1
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO:	"INCIDENCIA DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS"		
SOLICITANTE:	BACH. ALEJANDRINA FLOR DE MARIA GOMEZ BARZOLA		
UBICACIÓN:	AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : CANTERA DE ARCILLA	TIPO DE MATERIAL: PROPIO
MUESTRA : CANTERA DE ARCILLA	COD. PROYECTO: IGM-FS-PC-010-2023
ESTRATO :-	COD. MUESTRA: M-ARC-2023
PROFUND. (m) :-	FECHA: May 23

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	N°	89	96	85
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	73.28	78.18	78.50
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	66.35	72.53	72.88
MASA DE AGUA	(g)	4.93	5.65	5.62
MASA DEL TARRO	(g)	56.71	58.74	58.70
MASA DEL SUELO SECO	(g)	11.64	13.79	14.18
C. CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	42.4	41.0	39.6
NUMERO DE GOLPES		17	24	35

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	N°	52	44
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	61.53	65.23
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	60.28	64.08
MASA DE AGUA	(g)	1.2	1.2
MASA DEL TARRO	(g)	55.01	59.24
MASA DEL SUELO SECO	(g)	5.3	4.8
C. CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	23.5	23.8



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	40.9
LIMITE PLASTICO (%)	23.6
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	17.2

  
 Ing. Roy Jefferson Yañez Cárdenas  
 CIP N° 980234  
 JEFE DE LABORATORIO

  
 Ing. Marco Antonio Melo Arias  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA (MTC)

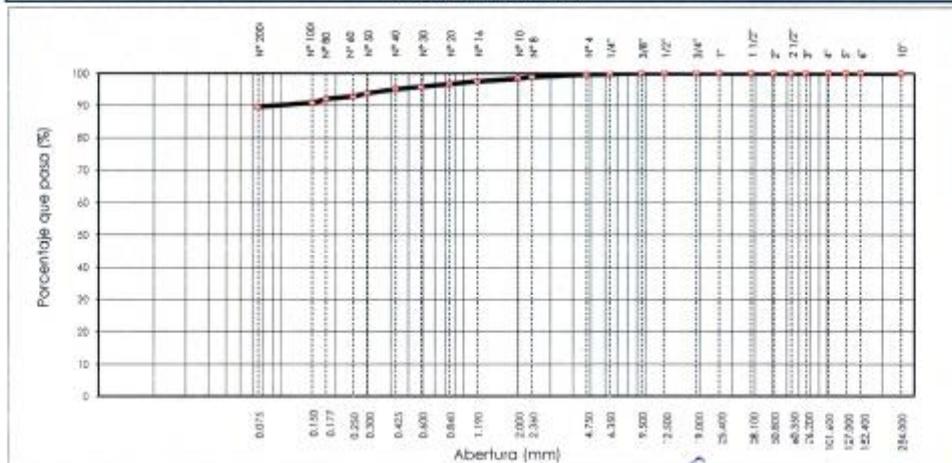
**Observaciones:**

.....

.....

	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E 107)</b>		F - 5G - 102				
			Revisión:	1			
			Fecha:	2022-04-12			
PROYECTO:	"INCIDENCIA DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS"						
SOLICITANTE:	BACH. ALEJANDRINA FLOR DE MARIA GOMEZ BARZOLA						
UBICACIÓN:	AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO						
<b>I. DATOS GENERALES</b>							
PROCEDENCIA:	: CANTERA DE ARCILLA		TIPO DE MATERIAL: PROPIO				
MUESTRA:	: CANTERA DE ARCILLA		COD. PROYECTO: IGM-15-PC-010-2023				
ESTRATO:	: -		COD. MUESTRA: M-ARC-2023				
PROFUND. (m):	: -		FECHA: May-23				
<b>TAMIZ</b>	<b>AASHTO T-27 (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO</b>	<b>PORCENTAJE RETENIDO</b>	<b>RETENIDO ACUMULADO</b>	<b>PORCENTAJE QUE PASA</b>	<b>ESPECIFICACION</b>	<b>DESCRIPCION DE LA MUESTRA</b>
10"	254.000						Masa inicial: 1250.0
6"	152.400						Masa fracción: 131.1
5"	127.000						% Grava : 0.39
4"	101.600						% Arena : 10.10
3"	76.200						% Finos : 89.51
2 1/2"	63.500						<b>Coefficientes de uniformidad y curvatura</b>
2"	50.800						D10 (mm) : 0.008
1 1/2"	38.100						D30 (mm) : 0.025
1"	25.400						D60 (mm) : 0.050
3/4"	19.050						Cur: 6.00
1/2"	12.700						Ce: 1.500
3/8"	9.525				100.00		D15 (mm) : 0.013
1/4"	6.350	3.1	0.25	0.25	99.75		D50 (mm) : 0.042
Nº 4	4.750	1.8	0.14	0.39	99.61		D85 (mm) : 0.071
Nº 6	2.500	9.2	0.74	1.13	98.87		<b>Clasificación AASHTO Y SUCS</b>
Nº 10	2.000	6.8	0.54	1.67	98.33		Clasificación (AASHTO) : A-7-6
Nº 16	1.190	10.5	0.84	2.51	97.49		Índice de Grupo (IG) : [17]
Nº 20	0.840	10.9	0.87	3.38	96.62		Clasificación (SUCS) : CL
Nº 30	0.590	10.1	0.81	4.19	95.81		
Nº 40	0.426	9.8	0.78	4.97	95.03		
Nº 60	0.250	14.7	1.16	6.11	93.89		<b>ARCILLA LIGERA ARENOSA</b>
Nº 80	0.177	11.0	0.88	8.09	91.91		
Nº 100	0.149	13.5	1.08	9.17	90.83		<b>OBSERVACIONES :</b>
Nº 200	0.075	16.5	1.32	10.49	89.51		
< Nº 200		1116.9	89.51	100.00			

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**Observaciones:**

DIRECCION JR. CIRIO ALEDRIA N° 416 - JESUS NAZARENO - Ayacucho, CEL: 96929400, EMAIL: info@ingemax.com, contact@ingemax.com

  
 Ing. Nay Nahon Yauli Cárdenas  
 CIP N° 33659-24  
 JEFE DE LABORATORIO

  
 Ing. Mirza Anghel Mora Arias  
 CIP N° 2234  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

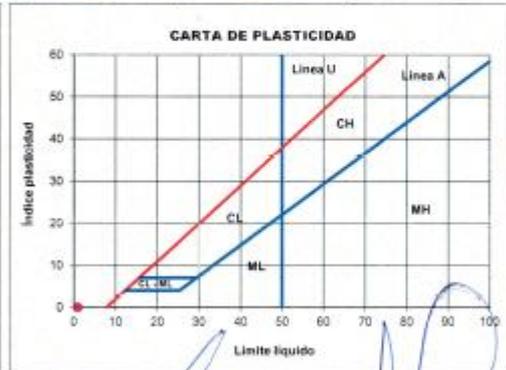
	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40</b> <b>(ASTM D4318 , MTC E-110)</b>	F - SG - 101	
		Revisión:	I
		Fecha:	2022-04-12
PROYECTO:	"INCIDENCIA DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS"		
SOLICITANTE:	BACH. ALEJANDRINA FLOR DE MARIA GOMEZ BARZOLA		
UBICACIÓN:	AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO		

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : ARENA ZARANDEADA	TIPO DE MATERIAL: PROPIO
MUESTRA : ARENA ZARANDEADA	COD. PROYECTO: IGM-PS-010-2023
ESTRATO : -	COD. MUESTRA: M-AJ1-2023
PROFUND. (m) : -	FECHA: May-23

LIMITE LIQUIDO			
N° TARRO	N°		
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)		
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)		
MASA DE AGUA	(g)		
MASA DEL TARRO	(g)		
MASA DEL SUELO SECO	(g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)		
NUMERO DE GOLPES		NP	NP

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	N°		
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)		
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)		
MASA DE AGUA	(g)		
MASA DEL TARRO	(g)		
MASA DEL SUELO SECO	(g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	NP	NP



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	NP
LIMITE PLASTICO (%)	NP
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

  
 Ing. Roy Iván Díaz Cardenas  
 CIP 8-480234  
 JEFE DE LABORATORIO

  
 Ing. Marcel Anthony Moya Arias  
 CIP 8-480234  
 TECNICO EN GEOTECCNIA

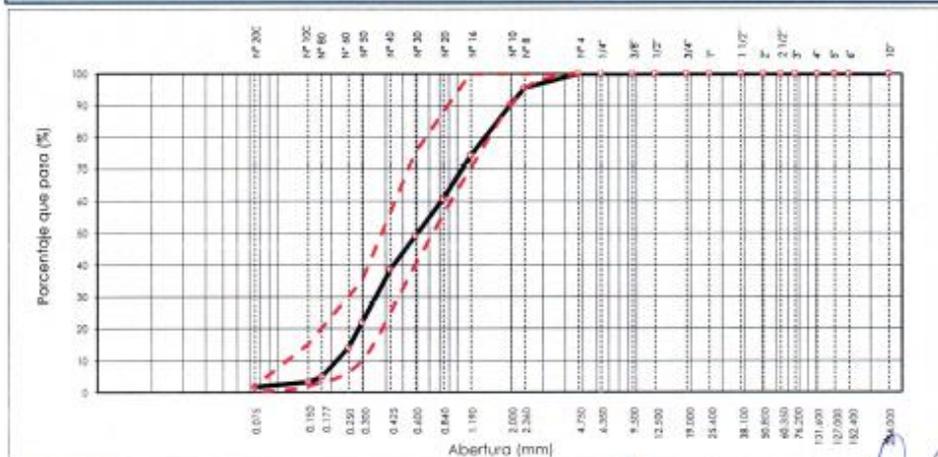
**Observaciones:**

.....

.....

		<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E 107)</b>		F - 5G - 102			
				Revisión:	1		
				Fecha:	2022-04-12		
PROYECTO:	"INCIDENCIA DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS"						
SOLICITANTE:	BACH. ALEJANDRINA FLOR DE MARÍA GÓMEZ BARZOLA						
UBICACIÓN:	AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO						
<b>DATOS GENERALES</b>							
PROCEDENCIA	: ARENA ZARANDEADA		TIPO DE MATERIAL: PRÓPIO				
MUESTRA	: ARENA ZARANDEADA		COD. PROYECTO: IGM-PS-010-2023				
ESTRATO	: -		COD. MUESTRA: M-AFI-2023				
PROFUND. (m)	: -		FECHA: May-23				
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
10"	254.000						Masa Inicial: 1575.6
6"	152.400						Masa fracción: 1548.9
5"	127.000						% Grava : 0.00
4"	101.600						% Arena : 98.31
3"	76.200						% Finos : 1.69
2 1/2"	63.500						<b>Coefficientes de uniformidad y curvatura</b>
2"	50.800						D10 (mm) : 0.218
1 1/2"	38.100						D30 (mm) : 0.359
1"	25.400						D60 (mm) : 0.824
3/4"	19.050						Cu : 3.78
1/2"	12.700						Cc : 0.719
3/8"	9.525						D15 (mm) : 0.256
1/4"	6.350						D50 (mm) : 0.607
Nº 4	4.750				100.00	100 100	D85 (mm) : 1.738
Nº 8	2.380	70.4	4.47	4.47	95.53	95 100	<b>Clasificación AASHTO Y SUCS</b>
Nº 10	2.000	80.5	5.11	9.58	90.42		Clasificación (AASHTO) : 4-1-b
Nº 16	1.190	254.6	16.16	25.74	74.26	70 100	Índice de Grupo (IG) : (1)
Nº 20	0.840	213.2	13.53	39.27	60.73		Clasificación (SUCS) : SP
Nº 30	0.590	181.5	11.52	50.79	49.21	40 75	
Nº 40	0.426	167.3	10.62	61.41	38.59		<b>ARENA MAL GRADUADA</b>
Nº 50	0.297	261.7	16.61	78.01	21.99	10 35	
Nº 60	0.250	124.7	7.91	85.93	14.07		
Nº 80	0.177	145.4	9.23	95.16	4.84		
Nº 100	0.149	26.4	1.68	96.83	3.17	2 15	
Nº 200	0.075	23.2	1.47	98.31	1.69	0 2	<b>OBSERVACIONES :</b>
< Nº 200		26.7	1.69	100.00			

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**Observaciones:**

DIRECCIÓN: JR. CSRO ALEJANDRA Nº 416 - JESÚS MARAFIOTE - Ayacucho, CEL: 99320460. EMAIL: [ingenieria@ingemax.com](mailto:ingenieria@ingemax.com), [control@ingemax.com](mailto:control@ingemax.com)



Ing. Roy Wilson Sam Cordeiro  
CIP Nº 28024  
JEFE DE LABORATORIO



Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP 132454  
ESPECIALISTA EN OPTIMIZACIÓN DE CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**ENSAYO QUIMICO**

INGEOMAX  
S.A.C.  
Ing. Roy Nelson Yauri Adriano  
JEFE DE LABORATORIO

INGEOMAX  
S.A.C.  
Ing. Maxwell Anthony Melgar Arias  
ANALISTA DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR

Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 966942996

Ayacucho – Perú

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

Región : Ayacucho HR: 0001  
Provincia : Huamanga  
Distrito : Ayacucho  
Localidad : Ayacucho  
Proyecto : TESIS: “Incidencia de Ceniza de Cáscara de Huevo y Plástico PET Reciclado en las Propiedades Físico-Mecánicas del Ladrillo Artesanal para Viviendas”  
Solicitante : Bach. Alejandrina Flor de María Gómez Barzola  
Muestra : Ceniza de Cáscara de Huevo

### ANALISIS QUIMICO

Muestra	Fósforo (% P)	Potasio (% K)	Calcio (% Ca)	Magnesio (% Mg)	Azufre (% S)
01	0.24	0.20	61.6	3.98	0.03
Muestra	Fósforo (% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Potasio (% K <sub>2</sub> O)	Calcio (% CaO)	Magnesio (% MgO)	Azufre (% SO <sub>4</sub> )
01	0.54	0.24	86.2	6.63	0.10

Muestra	% Humedad	pH	Carbonatos (%CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )
01	12.4	11.88	32.1

#### METODOLOGIA:

ACENIZACION : Calcinación de la muestra en Mufla a 600°C por 3 horas

FOSFORO : Colorimetría

POTASIO Y AZUFRE: Turbidimetría

CALCIO Y MAGNESIO: Complexometría

CARBONATOS : Volumetría

Ing. Roy Nelson Yauri Cárdenas  
CIP 94-290234  
JEFE DE LABORATORIO

Ayacucho, Mayo del 2023

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS  
PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES  
RESPONSABLE  
  
Juan B. Giron Molina  
C.I.P. 77120

Ing. Maxwell Anthony Moro Arias  
CIP: 77154  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA COLABORADOR



**INGEOMAX**  
S.A.C.

**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**ENSAVO A LA  
COMPRESION EN UNIDADES  
DE ALBAÑILERIA**

**INGEOMAX**  
S.A.C.  
Ing. Roy Nelson Acuña Cárdenas  
CIP-# 999924  
JEFE DE LABORATORIO

**INGEOMAX**  
S.A.C.  
Ing. Maribel Anthony Maldonado Arias  
CIP-# 999924  
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA



**VARIACION DIMENSIONAL**  
**NORMAS N.T.P. 339.613 / 339.604**

PROYECTO : "INCIDENCIA DE CENIZA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS"

SOLICITA : BACH. ALEJANDRINA FLOR DE MARIA GOMEZ BARZOLA

MUESTRA : PATRON 06

FECHA : MAYO DE 2023

UBICACIÓN : AYACUCHO

REGIÓN : HUAMANGA

PROVINCIA : AYACUCHO

DISTRITO : HUAMANGA

LUGAR :

N°	MUESTRA	LARGO CARA (mm)				ANCHC (mm)				ALTURA (mm)				
		LARGO 01	LARGO 02	LARGO 03	LARGO 04	ANCHC 01	ANCHC 02	ANCHC 03	ANCHC 04	ALTURA 01	ALTURA 02	ALTURA 03	ALTURA 04	
1	M-1	208.80	206.10	209.70	209.90	111.90	113.95	111.20	112.80	81.80	82.80	85.40	83.60	83.40
2	M-2	211.20	211.40	211.20	211.90	113.50	115.50	112.70	114.20	82.20	82.50	85.70	83.10	83.38
3	M-3	207.40	210.40	206.50	209.90	111.90	113.20	111.60	113.00	83.40	82.60	84.80	85.90	84.18
4	M-4	208.10	210.40	209.20	211.00	111.20	112.60	112.10	113.70	84.30	84.80	82.00	81.00	83.03
5	M-5	208.50	207.40	209.10	209.00	112.00	113.30	112.30	112.90	82.10	83.55	84.40	83.60	83.41
6	M-6	213.00	212.80	213.30	213.40	115.30	117.40	115.10	118.55	84.10	83.90	83.50	83.00	83.53
7	M-7	212.90	211.80	213.00	211.90	116.70	117.50	116.10	117.10	84.90	84.90	84.60	83.80	84.58
8	M-8	209.80	209.30	210.00	209.70	113.50	114.20	113.30	114.70	79.50	82.50	84.80	82.70	82.33
9	M-9	210.50	209.00	209.70	210.70	113.00	114.40	112.10	113.10	84.90	83.20	84.00	84.00	84.15
10	M-10	206.70	209.20	209.70	209.65	111.90	114.00	112.20	113.60	81.60	81.20	84.60	84.60	83.00
		DIMENSION PROMEDIO (mm) : 210.23												
		DIMENSION ESPECIFICADA (mm) : 210.00												
		DESVIACION ESTANDAR (mm) : 1.47												
		VARIACION DIMENSIONAL (%) : 0.11												
		COEFICIENTE DE VARIACION (%) : 0.70												
		DIMENSION PROMEDIO (mm) : 113.73												
		DIMENSION ESPECIFICADA (mm) : 110.80												
		DESVIACION ESTANDAR (mm) : 1.58												
		VARIACION DIMENSIONAL (%) : 3.38												
		COEFICIENTE DE VARIACION (%) : 1.40												

OBSERVACIONES:



DIRECCION: JR. CRO ALFREDA N° 416 - JESUS NAZARENO - Ayacucho, CCL - PERU. TEL: 053 222 233 333. EMAIL: info@ingecol.com.pe, ventas@ingecol.com.pe  
 CIP N° 202223  
 JEFE DE LABORATORIO

INGEOMAX S.A.C. - Ingeotecnia al Máximo  
 ESPECIALIZADAS EN SUELOS, GEOTECNOLOGIA Y FUNDACIONES



**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
 ESPECIALISTAS EN SUELOS, FUNDACION Y  
 FORTIFICACIONES

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA**  
**NORMAS N.T.P. 399.613 / 339.604**

PROYECTO : "INCIDENCIA DE CENIZA DE CÁSCARA DE HIEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO-ARTESANAL PARA VIVIENDAS"

SOLICITA : BACH. ALEJANDRINA FLORES DE MARIA, D.O.M. 21187024

MUESTRA : PATRON DE

FECHA : MAYO DE 2023

UBICACIÓN :

REGIÓN : AYACUCHO  
 PROVINCIA : HUAMANGA  
 DISTRITO : AYACUCHO  
 LUGAR : HUAMANGA

N°	MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA NETA (cm²)	ALTEZA (cm)	PELO (mm)	ORDEN DE APARTE (N/m³)	LECTURA DIGITAL (KN)	LECTURA DIGITAL (Kg)	RESISTENCIA (Kg / cm²)	RESISTENCIA PROM. (Kg / cm²)	DESVIACION ESTANDAR (Kg / cm²)	RESISTENCIA CARACT. (Kg / cm²)	COEFICIENTE DE VARIACION (%)
1	M-1	20.91	11.25	235.15	8.34	2.93	1.49	125.61	1280.28	54.44				
2	M-2	21.14	11.40	240.99	8.34	2.94	1.46	119.97	12229.36	50.75				
3	M-3	20.91	11.24	235.02	8.42	2.99	1.51	122.63	12500.51	53.19				
4	M-4	20.97	11.24	235.63	8.30	2.84	1.45	116.91	11917.43	50.57				
5	M-5	20.85	11.26	234.82	8.34	2.92	1.49	116.47	11872.58	50.56	51.90	1.80	50.10	3.48

OBSERVACIONES:



ING. RICARDO ALVARO MORALES  
 INGENIERO EN GEOTECNICA

ENTREGON JR. CIRIO ALERIAN Y 48 - JERICÓ HUASARUNO, AYACUCHO. TEL: 96550468. EMAIL: info@ngemax.com



**INGEOMAX**  
S.A.C.

**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
INVESTIGACION, DISEÑO Y OBRAS DE CONSTRUCCION, RECONSTRUCCION Y  
PAVIMENTACION

**ENSAYO DE ABSORCION PARA UNIDADES DE ALBAÑILERIA**  
**N.T.P. 399.613 / 339.604**

PROYECTO: "INCIDENCIA DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS"

SOLICITA: BACHEL ALEJANDRINA FLOR DE MARIA GOMEZ BARZOLA UBICACIÓN: \_\_\_\_\_

MUESTRA: 1 PATRON OS REGIÓN: AYACUCHO

FECHA: 1 MAYO DE 2023 PROVINCIA: HUAMANGA

DISTRITO: AYACUCHO

LUGAR: HUAMANGA

N°	MUESTRA	MASA SECA (gr.)	MASA SSS (gr.)	MASA SUMERGIDA SSS (gr.)	ABSORCION (%)	DENSIDAD REAL SECA (Tn/m3)	DENSIDAD REAL SSS (Tn/m3)	DENSIDAD NETA (Tn/m3)
1	M-11	2,860.00	3,341.00	1,527.00	16.82	1.58	1.84	2.15
2	M-12	2,910.00	3,399.00	1,546.00	16.80	1.57	1.83	2.13
3	M-13	2,890.00	3,370.00	1,545.00	16.61	1.58	1.85	2.15
4	M-14	2,800.00	3,307.00	1,507.00	16.06	1.57	1.84	2.14
5	M-15	2,850.00	3,327.00	1,512.00	16.74	1.57	1.83	2.13
PROMEDIO:		2,868.00	3,348.80	1,527.40	16.74	1.57	1.84	2.14

OBSERVACIONES:

DIRECCION: PL. VIVER CHOCANO S° 134 - HUALDELA - HUAMANGA - AYACUCHO, CEL. 99833400, RPA. 99833400, CORREO: ingenia@total.com.pe, ingenia@total.com

**INGEOMAX**  
S.A.C.

*[Firma]*

Ing. Roy Milena Peralta Corderos  
CIP N° 218274  
JEFE DE LABORATORIO

**INGEOMAX**  
S.A.C.

*[Firma]*

Ing. Miroslav Antonio Nieto - Arias  
CIP N° 20254  
INGENIERO DE OBRAS DE CONSTRUCCION - INGENIERO



**DETERMINACION DE ALABEO EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA**  
**N.T.P. 399.613 / 339.604**

**PROYECTO** : "INCIDENCIA DE CENIZA DE CÁSCARA DE NUEVO Y PLÁSTICO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS"

**SOLICITA** : BACH. ALEJANDRINA FLOR DE MARIA GÓMEZ BARTOLA

**MUESTRA** : PATRON 075

**FECHA** : MAYO DE 2023

**UBICACIÓN**

REGIÓN : AYACUCHO

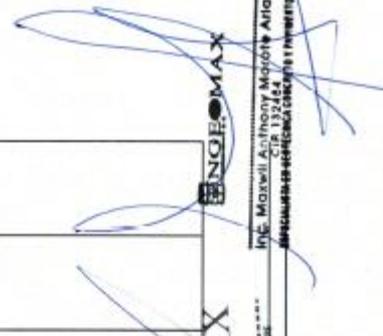
PROVINCIA : HUAYANGA

DISTRITO : AYACUCHO

LUGAR : HUAYANGA

N°	MUESTRA	CARA A		CARA B		PROMEDIO POR UNIDAD DE ALBAÑILERIA		ALABEO PROMEDIO CONVEXO (mm)	ALABEO MÁXIMO CONVEXO (mm)
		CONCAVO (mm)	CONVEJO (mm)	CONCAVO (mm)	CONVEJO (mm)	CONCAVO (mm)	CONVEJO (mm)		
1	M-1	1.10	0.00	0.00	1.30	0.55	0.65		
2	M-2	1.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.25		
3	M-3	1.00	0.00	0.00	0.60	0.50	0.30		
4	M-4	1.50	0.00	0.00	1.00	0.75	0.50		
5	M-5	1.90	0.00	0.00	2.10	0.95	1.05	0.74	2.10
6	M-6	1.20	0.00	0.00	1.00	0.85	0.50	0.59	2.00
7	M-7	2.00	0.00	0.00	1.50	1.00	0.75		
8	M-8	1.30	0.00	0.00	1.70	0.65	0.85		
9	M-9	2.00	0.00	0.00	2.00	1.00	1.00		
10	M-10	1.00	0.00	0.30	0.00	0.65	0.00		

OBSERVACIONES:

  
**ING. Maxwell Anthony Magaña Añón**  
 CIP 13244  
 www.ingenieria-geotecnica.com  
 www.ingenieria-geotecnica.com



**VARIACION DIMENSIONAL**  
**NORMAS N.I.P. 339.613 / 339.604**

PROYECTO : "INCIDENCIA DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS"

SOLICITA : BACH. ALEJANDRINA FLOR DE MARÍA GÓMEZ BARZOLA

MUESTRA : 10% DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO + 4% DE PET

FECHA : MAYO DE 2023

UBICACIÓN : AYACUCHO

REGIÓN : HUAMANGA

PROVINCIA : AYACUCHO

DISTRITO : HUAMANGA

LUGAR : HUAMANGA

N°	MUESTRA	LARGO CARA (mm)				ANCHO (mm)				ALTURA (mm)						
		LARGO 01	LARGO 02	LARGO 03	LARGO 04	LARGO PROM.	ANCHO 01	ANCHO 02	ANCHO 03	ANCHO 04	ANCHO PROM.	ALTURA 01	ALTURA 02	ALTURA 03	ALTURA 04	ALTURA PROM.
1	M-1	209.40	209.40	210.00	208.60	209.35	111.50	111.90	111.70	113.30	112.10	84.70	85.00	84.10	84.10	84.45
2	M-2	211.70	212.70	213.50	210.90	212.20	112.20	112.25	111.50	112.25	112.05	85.10	84.70	81.80	85.10	84.18
3	M-3	208.50	207.10	208.90	209.70	208.55	112.45	112.10	112.10	112.35	112.25	82.40	83.10	83.40	83.30	83.05
4	M-4	209.20	208.90	210.10	209.80	209.50	112.10	112.90	113.00	114.10	113.03	83.90	87.70	83.40	83.30	84.58
5	M-5	212.35	212.70	213.10	213.20	212.84	112.00	112.40	112.10	112.20	112.18	85.00	85.10	83.20	83.45	84.19
6	M-6	208.10	207.80	208.10	208.70	208.18	111.90	113.70	110.90	112.30	112.20	81.70	83.10	86.00	82.70	83.38
7	M-7	208.20	208.30	209.20	208.40	208.53	112.00	113.20	112.30	112.10	112.40	82.90	84.80	84.30	84.60	84.15
8	M-8	208.20	207.40	208.50	208.00	208.03	112.20	113.48	111.52	112.30	112.38	82.10	82.90	82.10	83.10	82.55
9	M-9	208.20	207.40	208.50	208.00	208.03	112.15	112.28	112.15	113.75	112.58	84.00	83.80	83.90	85.10	84.20
10	M-10	211.30	211.20	212.60	211.80	211.73	113.62	113.14	113.10	113.15	113.25	83.30	82.10	85.80	84.40	83.90
		DIMENSION PROMEDIO (mm) :				209.69	112.44				83.86					
		DIMENSION ESPECIFICADA (mm) :				210.00	110.00				80.00					
		DESVIACIÓN ESTANDAR (mm) :				1.74	0.33				0.54					
		VARIACIÓN DIMENSIONAL (%) :				0.15	2.22				4.83					
		COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%) :				0.83	0.30				0.44					

OBSERVACIONES:

**INGEOMAX S.A.C.**  
 Ing. Max Will Alvarado Motoleñas  
 ESPECIALISTA EN INGENIERÍA CIVIL  
 JEFE DE LABORATORIO

DIRECCION: JR. CIRIO ALEGRIA N° 116 - JESUS NAZARENO - Ayacucho, CEL. 999282403, EMAIL: maxwill@ingeomax.com  
 Ing. Roy Velasco Rodríguez  
 JEFE DE LABORATORIO



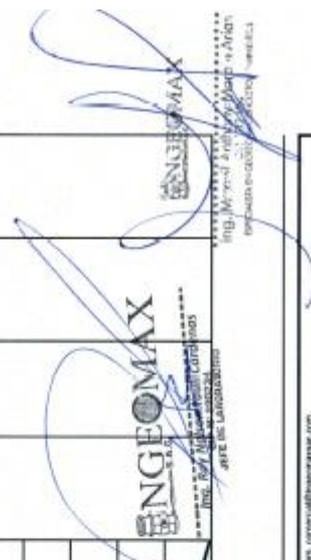
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA  
NORMAS N.T.P. 399.613 / 339.604**

PROYECTO : "RESISTENCIA DE CÁSCARA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS"  
 SOLICITA : SASHI ALEJANDRINA RIVERA DE MARIA GOMEZ BARCELA  
 MUESTRA : 100g DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO + 45g DE P.E.  
 FECHA : MAYO DE 2023

**UBICACIÓN**

REGIÓN : AYACUCHO  
 PROVINCIA : HUAMANGA  
 DISTRITO : AYACUCHO  
 LUGAR : HUAMANTSA

N°	MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA NETA (cm <sup>2</sup> )	ALTIMA (cm)	PEDO (kg)	DENSIDAD APARENTE (t/m <sup>3</sup> )	LECTURA DIGITAL (kN)	LECTURA DIGITAL (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROM. (kg/cm <sup>2</sup> )	DESVIACION ESTÁNDAR (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA CARACT. (kg/cm <sup>2</sup> )	CORRIENTE DE VARIACION (%)
1	M-1	20.94	11.21	234.66	8.45	2.91	1.47	164.59	1698.65	72.36				
2	M-2	21.22	11.51	244.14	8.42	3.02	1.47	190.54	19423.04	79.56				
3	M-3	20.86	11.29	235.35	8.31	2.91	1.49	164.88	16807.34	71.41				
4	M-4	20.95	11.30	236.79	8.46	2.89	1.44	162.96	16609.58	70.15				
5	M-5	21.28	11.52	245.14	8.42	3.03	1.47	174.35	17976.55	73.33	73.36	3.66	69.70	4.99

  
 Ing. Mayra  
 Ingeniera Civil  
 INGENIERIA CONSULTORA CAL MAQUINADO  
 TEL: 099 555 55 55, 099 555 55 55, 099 555 55 55  
 www.ingenieriacal.com

OBSERVACIONES:

DIRECCIÓN: JR. CERRO ALTO Nº 488 - JILOMO NOROCCIDENTE - AYACUCHO, DEL DISTRITO DE AYACUCHO. TEL: 099 555 55 55. www.ingenieriacal.com



**INGEOMAX**  
S.A.C.

**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN OBRAS, OBREROS Y  
PAVIMENTOS

**ENSAYO DE ABSORCION PARA UNIDADES DE ALBAÑILERIA**  
**N.T.P. 399.613 / 339.604**

PROYECTO: "INCIDENCIA DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS"

SOLICITA: BACH. ALEJANDRINA FLOR DE MARIA GOMEZ BAZOLA

MUESTRA: 10% DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO + 4% DE PET

FECHA: MAYO DE 2023

UBICACIÓN:

REGIÓN: AYACUCHO

PROVINCIA: HUAMANGA

DISTRITO: AYACUCHO

LUGAR: HUAMANGA

Nº	MUESTRA	MASA SECA (gr.)	MASA SSS (gr.)	MASA SUMERGIDA SSS (gr.)	ABSORCION (%)	DENSIDAD REAL SECA (Tn/m <sup>3</sup> )	DENSIDAD REAL SSS (Tn/m <sup>3</sup> )	DENSIDAD NETA (Tn/m <sup>3</sup> )
1	M-11	2.860.00	3.287.00	1.533.00	14.93	1.63	1.87	2.16
2	M-12	2.880.00	3.320.00	1.545.00	15.28	1.62	1.87	2.16
3	M-13	2.840.00	3.274.00	1.529.00	15.28	1.63	1.88	2.17
4	M-14	2.900.00	3.332.00	1.556.00	14.90	1.63	1.88	2.16
5	M-15	2.960.00	3.429.00	1.602.00	15.84	1.62	1.88	2.18
<b>PROMEDIO:</b>		2.888.00	3.328.40	1.553.00	15.25	1.63	1.87	2.16

OBSERVACIONES:

DIRECCION: JR. JOSE SARTRE CHICANO N° 104 - PABLAZOLA - HUAMANGA - AYACUCHO. CEL. 99529400, 9991499234-061. CORREO: ingema@ingema.com, alejandra.ingema@gmail.com

**INGEOMAX**  
S.A.C.

Ing. Roy Nelson Pauli Cárdenas  
CIP N° 200136  
JEFE DE LABORATORIO

**INGEOMAX**  
S.A.C.

Ing. Marco Antonio Maza Arias  
CIP N° 200136  
SUPERVISOR GENERAL

**DETERMINACION DE ALABEO EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA**  
**N.I.P. 399.613 / 339.604**

**PROYECTO :** "INCIDENCIA DE CASCARA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS"  
**SOLICITA :** BACH. ALEJANDRINA FLOR DE MARÍA GÓMEZ BARTOLA  
**MUESTRA :** LOTE DE CENIZA DE CASCARA DE HUEVO + 4S DE PET  
**FECHA :** MAYO DE 2023

**UBICACIÓN :**  
 REGIÓN : AYACUCHO  
 PROVINCIA : HUANANCA  
 DISTRITO : AYACUCHO  
 LUGAR : HUANANCA

N°	MUESTRA	CARA A		CARA B		PROMEDIO POR UNIDAD DE ALBAÑILERIA		ALABEO PROMEDIO CONVEXO (mm)	ALABEO PROMEDIO CONCAVO (mm)	ALABEO MÁXIMO CONVEXO (mm)	ALABEO MÁXIMO CONCAVO (mm)
		CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)				
1	M-1	0.90	0.00	0.00	0.70	0.45	0.35				
2	M-2	1.00	0.00	0.00	1.00	0.50	0.50				
3	M-3	0.40	0.00	0.50	0.00	0.45	0.00				
4	M-4	0.60	0.00	0.00	1.00	0.30	0.50				
5	M-5	0.90	0.00	0.50	0.00	0.70	0.00	0.50	0.38	1.10	1.00
6	M-6	1.10	0.00	0.00	1.00	0.55	0.50				
7	M-7	1.00	0.00	0.00	0.90	0.50	0.45				
8	M-8	1.00	0.00	0.00	0.90	0.50	0.45				
9	M-9	1.00	0.00	0.00	1.00	0.50	0.50				
10	M-10	1.00	0.00	0.00	1.00	0.50	0.50				

OBSERVACIONES:

**VARIACION DIMENSIONAL**  
**NORMAS N.T.P. 339.613 / 339.604**

**PROYECTO :** "INCIDENCIA DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS"  
**SOLICITA :** BACH. ALEJANDRINA FLOR DE MARIA GÓMEZ BARZOLA  
**MUESTRA :** 15% DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO + 4% DE PET  
**FECHA :** MAYO DE 2023

**UBICACIÓN**  
 REGIÓN : AYACUCHO  
 PROVINCIA : HUAMANGA  
 DISTRITO : AYACUCHO  
 LUGAR : HUAMANGA

N°	MUESTRA	LARGO CARA (mm)				ANCHO (mm)				ALTURA (mm)					
		LARGO 01	LARGO 02	LARGO 03	LARGO 04	ANCHO 01	ANCHO 02	ANCHO 03	ANCHO 04	ALTURA 01	ALTURA 02	ALTURA 03	ALTURA 04	ALTURA PROM.	
1	M-1	208.20	209.30	209.10	208.70	208.83	112.00	114.55	113.80	114.00	113.59	85.10	85.60	82.70	84.00
2	M-2	209.10	210.40	207.90	209.80	209.30	114.50	114.10	112.50	113.10	113.55	83.40	84.20	84.40	84.15
3	M-3	207.70	210.10	208.40	208.00	208.55	112.80	112.80	113.00	114.30	113.23	85.30	83.60	83.30	83.53
4	M-4	206.50	210.40	207.90	210.00	208.70	112.60	113.20	112.40	114.00	113.05	84.20	83.90	85.40	84.44
5	M-5	207.45	208.80	207.40	209.70	208.34	112.05	112.80	111.50	112.60	112.24	84.50	82.85	84.70	84.34
6	M-6	206.90	208.80	208.40	209.10	208.30	110.90	112.20	111.90	113.00	112.00	83.70	84.70	83.60	83.80
7	M-7	207.70	210.10	207.60	210.10	208.00	112.30	113.70	111.40	112.80	112.53	83.90	83.50	85.30	84.10
8	M-8	207.60	211.20	208.00	211.10	209.48	113.50	115.20	113.50	113.90	114.03	83.50	83.30	85.40	83.98
9	M-9	206.50	210.00	206.40	209.20	208.03	111.80	112.30	112.20	113.60	112.48	84.80	84.90	82.70	83.93
10	M-10	206.80	210.30	207.00	210.00	208.53	113.70	113.80	113.10	115.20	113.95	85.90	82.90	86.80	84.83
		DIMENSION PROMEDIO (mm) : 208.49													
		DIMENSION ESPECIFICADA (mm) : 210.00													
		DESVIACIÓN ESTÁNDAR (mm) : 0.32													
		VARIACIÓN DIMENSIONAL (%) : 0.42													
		COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%) : 0.15													

OBSERVACIONES:

**DETERMINACION DE ALABEO EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA**  
**N.T.P. 399.613 / 339.604**

**PROYECTO** : "INCIDENCIA DE CÁSCARA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS"  
**SOLICITA** : BACH., ALEJANDRINA FLOR DE MARIA GOMEZ BARZOLA  
**MUESTRA** : 15% DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO + 4% DE PET  
**FECHA** : MAYO DE 2023

**UBICACIÓN**  
**REGIÓN** : AYACUCHO  
**PROVINCIA** : HUAMANGA  
**DISTRITO** : AYACUCHO  
**LUGAR** : HUAMANGA

N°	MUESTRA	CARA A		CARA B		PROMEDIO POR UNIDAD DE ALBAÑILERIA		ALABEO PROMEDIO CONVEXO (mm)	ALABEO PROMEDIO CONVEXO (mm)	ALABEO MAXIMO CONVEXO (mm)
		CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CONCAVO (mm)	CONVEXO (mm)			
1	M-1	0.00	0.80	0.00	1.30	0.00	1.35			
2	M-2	1.80	0.00	0.00	1.30	0.90	0.65			
3	M-3	1.50	0.00	0.00	1.10	0.75	0.55			
4	M-4	1.10	0.00	0.00	1.10	0.55	0.55			
5	M-5	2.00	0.00	0.00	2.00	1.00	1.00	0.72	0.84	2.20
6	M-6	1.50	0.00	0.00	2.20	0.75	1.10			
7	M-7	2.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.50			
8	M-8	0.00	2.00	1.50	0.00	0.75	1.00			
9	M-9	2.00	0.00	0.00	2.00	1.00	1.00			
10	M-10	0.90	0.00	0.00	1.30	0.45	0.65			

OBSERVACIONES:



**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
 DESARROLLO DE SOLUCIONES, SERVICIOS Y  
 CONSULTORIAS

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA**  
**NORMAS N.T.P. 399.613 / 339.604**

**PROYECTO** : INCIDENCIA DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET REICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS  
**SOLICITA** : BACH. ALEJANDRINA FLOR DE MARÍA GOMEZ MAROLA  
**MUESTRA** : 1 DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO + 4% DE PET  
**FECHA** : MAYO DE 2023

**UBICACIÓN**  
 REGIÓN :  
 PROVINCIA :  
 DISTRITO :  
 LUGAR :

AYACUCHO  
 HUANANCA  
 AYACUCHO  
 HUANANCA

N°	MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA NETA (m <sup>2</sup> )	ALTEZA (cm)	PESO (kg)	DENSIDAD APARENTE (m <sup>3</sup> )	LECTURA DIGITAL (kN)	LECTURA DIGITAL (kg)	RESISTENCIA (kg / cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA FICHA IS (kg / cm <sup>2</sup> )	DEVIACION ESTANDAR (kg / cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA CARACT. RB (kg / cm <sup>2</sup> )	COEFICIENTE DE VARIACION (%)
1	M-1	20.88	11.36	237.20	8.40	2.90	1.46	152.54	15549.44	65.55				
2	M-2	20.93	11.36	237.66	8.42	2.96	1.48	138.06	14073.39	59.22				
3	M-3	20.86	11.32	236.13	8.35	2.93	1.49	137.18	13963.09	59.22				
4	M-4	20.87	11.31	235.94	8.44	2.89	1.45	147.40	15045.87	63.77				
5	M-5	20.83	11.22	233.83	8.43	2.88	1.46	144.96	14776.76	63.19	62.19	2.85	59.34	4.58

**INGEO MAX**  
 S.A.C.  
 Ing. José Wilson Yañi Córdoba  
 Jefe de Laboratorio

**INGEO MAX**  
 S.A.C.  
 Ing. Néstor Augusto Pardo Alvarado  
 Jefe de Laboratorio

**OBSERVACIONES:**

DIRECCION: JR. CORDO ALEGRIA N° 416 - SEDES INDUSTRIAL - PUNTAO - CEL. 983830000, EMAIL: info@ingeo-max.com, contact@ingeo-max.com



**NGEOMAX**  
S.A.C.

**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN OBRAS, DISEÑO Y  
CONSTRUCCION

**ENSAYO DE ABSORCION PARA UNIDADES DE ALBAÑILERIA**  
**N.T.P. 399.613 / 339.604**

PROYECTO : "INCIDENCIA DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS"

SOLICITA : BACH. ALEJANDRINA FLOR DE MARIA GOMEZ BARZOLA

MUESTRA : 15% DE CENIZA DE CASCARA DE HUEVO + 4% DE PET

FECHA : MAYO DE 2023

UBICACIÓN : \_\_\_\_\_

REGIÓN : AYACUCHO

PROVINCIA : HUAMANGA

DISTRITO : AYACUCHO

LUGAR : HUAMANGA

Nº	MUESTRA	MASA SECA (gr.)	MASA SSS (gr.)	MASA SUMERGIDA SSS (gr.)	ABSORCIÓN (%)	DENSIDAD REAL SECA (Tn/m3)	DENSIDAD REAL SSS (Tn/m3)	DENSIDAD NETA (Tn/m3)
1	M-11	2,890.00	3,347.00	1,564.00	15,81	1,62	1,88	2,18
2	M-12	2,950.00	3,414.00	1,585.00	15,73	1,61	1,87	2,16
3	M-13	2,930.00	3,381.00	1,583.00	15,39	1,63	1,88	2,18
4	M-14	2,890.00	3,345.00	1,599.00	15,74	1,62	1,87	2,17
5	M-15	2,880.00	3,314.00	1,549.00	15,14	1,63	1,88	2,16
<b>PROMEDIO:</b>		2,908.00	3,360.60	1,568.00	15,56	1,62	1,87	2,17

OBSERVACIONES:

DIRECCION: JR. JOSE SANTOS CHOCANO N° 104 - FAYDALENI - HUAMANGA - AYACUCHO, CEL. 99503400, 914 49982340, CORREO: ngeomax@hotmail.com, ngeomax@hotmail.com

**INGEOMAX**  
S.A.C.  
Ing. Roy Nelson Rossi Corderos  
CIP N° 208924  
JEFE DE LABORATORIO

**INGEOMAX**  
S.A.C.  
Ing. Miriam Quintanilla Moreno - Ariza  
CIP N° 208924  
ENCARGADA DE CONTROL DE CALIDAD





**DETERMINACION DE ALABEO EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA**  
N.I.P. 399.613 / 339.604

**PROYECTO** : "INCIDENCIA DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS"

**SOLICITA** : BACH. ALEJANDRINA FLOR DE MARIA GOMEZ BARZOLA

**MUESTRA** : 20% DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO + 4% DE PET

**FECHA** : MAYO DE 2023

**UBICACIÓN** : AYACUCHO

**REGIÓN** : HUANANCA

**PROVINCIA** : AYACUCHO

**DISTRITO** : HUANANCA

**LUGAR** :

N°	MUESTRA	CARA A		CARA B		PROMEDIO POR UNIDAD DE ALBAÑILERIA		ALABEO PROMEDIO CONVEXO (mm)	ALABEO PROMEDIO CONCAVO (mm)	ALABEO MÁXIMO CONVEXO (mm)	ALABEO MÁXIMO CONCAVO (mm)
		CONCAVO (mm)	CONVEJO (mm)	CONCAVO (mm)	CONVEJO (mm)	CONCAVO (mm)	CONVEJO (mm)				
1	M-1	1.10	0.00	0.00	1.10	0.55	0.55				
2	M-2	1.00	0.00	0.00	1.00	0.50	0.50				
3	M-3	1.20	0.00	0.00	1.50	0.60	0.75				
4	M-4	1.10	0.00	0.00	0.80	0.55	0.40				
5	M-5	1.20	0.00	0.00	1.00	0.60	0.50	0.65	0.51	1.50	1.50
6	M-6	1.00	0.00	0.00	1.00	0.50	0.50				
7	M-7	1.50	0.00	0.00	1.20	0.75	0.60				
8	M-8	1.20	0.00	0.00	1.50	0.65	0.75				
9	M-9	1.20	0.00	0.00	1.00	0.60	0.50				
10	M-10	1.50	0.00	0.80	0.00	1.15	0.00				

OBSERVACIONES:

  
**ING. ROY ALBERTO BARZOLA GUEVARA**  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, PUENTES Y FUNDACIONES  
 www.ingeomax.com.pe | contacto@ingeomax.com.pe | contacto@ingeomax.com  
 Ing. Roy Alberto Barzola Guevara  
 C.I. 132244  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, PUENTES Y FUNDACIONES





INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALIDAD EN OBRAS, DISEÑO Y  
MANTENIMIENTO

**ENSAYO DE ABSORCION PARA UNIDADES DE ALBAÑILERIA**  
N.T.P. 399.613 / 339.604

**PROYECTO** : "INCIDENCIA DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS"

**SOLICITA** : BACH. ALEJANDRINA FLOR DE MARIA GÓMEZ BARZOLA

**MUESTRA** : 20% DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO + 4% DE PET

**FECHA** : MAYO DE 2023

**UBICACIÓN**

**REGIÓN** : AYACUCHO

**PROVINCIA** : HUAMANGA

**DISTRITO** : AYACUCHO

**LUGAR** : HUAMANGA

Nº	MUESTRA	MASA SECA (gr.)	MASA SSS (gr.)	MASA SUMERGIDA SSS (gr.)	ABSORCIÓN (%)	DENSIDAD REAL SECA (Tn/m <sup>3</sup> )	DENSIDAD REAL SSS (Tn/m <sup>3</sup> )	DENSIDAD META (Tn/m <sup>3</sup> )
1	M-11	2,860.00	3,322.00	1,532.00	16.15	1.60	1.86	2.15
2	M-12	2,860.00	3,310.00	1,531.00	15.73	1.61	1.86	2.15
3	M-13	2,880.00	3,347.00	1,538.00	16.22	1.59	1.85	2.15
4	M-14	2,860.00	3,315.00	1,535.00	15.91	1.61	1.86	2.16
5	M-15	2,890.00	3,344.00	1,546.00	15.71	1.61	1.86	2.15
<b>PROMEDIO:</b>		2,870.00	3,327.60	1,536.40	<b>15.94</b>	1.60	1.86	2.15

OBSERVACIONES:

DIRECCIÓN: JR. JOSÉ SANTOS CHOCANO Nº 106 - HIGUALAY - HUAMANGA - AYACUCHO, CEL. 99523400, RUC # 99923400, CORREO: ingeomax@hotmail.com, laboratorio.ingeomax@gmail.com

**INGEOMAX**  
S.A.C.  
Ing. Roy Nelson Juan Lardenas  
CIP 8-26228  
JEFE DE LABORATORIO

**INGEOMAX**  
Ing. Marco Antonio Merlo Arias  
CIP 8-26228  
RESPONSABLE TÉCNICO DEL CENTRO DE MUESTRA

	CONTROL DE CALIDAD	
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE</b>	
K04-500-LAB-0200F 0)		
Repeticion: 0		
Fecha: 06/10/2023		

Principio : INCIDENCIA DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET REICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS

Solicitante : BACH, ALEJANDRINA FLOR DE MARIA GOMEZ BARZOLA

Responsable : -

Muestra : -

Fecha : MAYO DE 2023

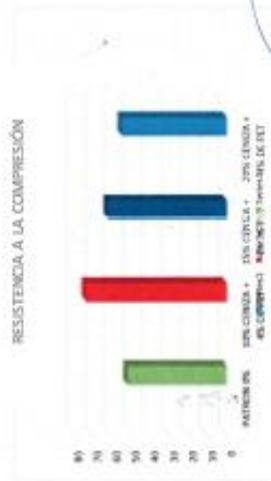
Región : AYACUCHO

Provincia : HUAMANGA

Distrito : AYACUCHO

Lugar : HUAMANGA

DOBIFICACION	10% CENIZA + 4% DE PET	15% CENIZA + 4% DE PET	20% CENIZA + 4% DE PET
RESISTENCIA PROM. a (Psi. med 1)	51.9	73.4	82.2
			54.8



  
 Ing. Roy Alvarado Peña Carfemeni  
 Jefe de Laboratorio

  
 Ing. Roy Alvarado Peña Carfemeni  
 Jefe de Laboratorio





INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**ENSAYO A LA  
COMPRESION EN PILAS  
DE ALBAÑILERIA**

INGEOMAX  
S.A.C.

Ing. Roy Nelson Cortés Cordero  
DPT 030224  
JEFE DE LABORATORIO

INGEOMAX  
S.A.C.

Ing. Maxmil Anthony Muro Arias  
DPT 030224  
ENCARGADO DE CONTROL DE CALIDAD

	<b>FORMATO</b>	
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE LADRILLOS</b>	Cálculo: AEF-01-14 Versión: 01 Fecha: NOVIEMBRE 2022 Página: 1 de 2

**TESIS**  
 INCIDENCIA DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET REICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS\*  
 BACH. ALEJANDRINA FLORES DE TAMBO CORNEZ INAVOZOLA  
 19M745-018-2023  
 ASESORADO: HERRAMBIENSA LAVAYOLACHO  
 MAYO DE 2023

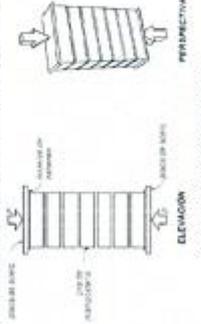
**REALIZADO POR :** G. Galvez  
**REVISADO POR :** M. Morán  
**FECHA DE ENSAYO :** INDICADA

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALMILLERA**

IDENTIFICACIÓN	ANCHO PROM. (Ø) cm	LARGO PROM. (L) cm	ESPESO R PROM. (Ø) cm	AREA cm <sup>2</sup>	FUERZA MAXIMA (KN)	FUERZA MAXIMA (kg)	ESBEL TEZ E=hub	COEFICIENTE DE CORRECCION	Resistencia a la compresion F <sub>b</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresion Corregido (Kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON M-1	10.25	23.47	20.40	240.55	95.71	9,759.70	2.88	0.88	40.57	35.83
PATRON M-2	10.26	20.93	29.90	214.72	83.18	8,482.00	2.91	0.89	39.50	35.20
PATRON M-3	10.26	20.95	29.93	214.86	86.22	8,791.99	2.92	0.89	40.92	36.50
10% DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO * 4% DE PET	10.25	20.02	29.87	214.30	108.00	11,012.93	2.92	0.89	51.39	45.81
10% DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO * 4% DE PET	10.27	20.96	29.95	215.17	105.00	10,707.02	2.92	0.89	40.76	44.37
10% DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO * 4% DE PET	10.26	20.93	29.94	214.65	109.10	11,125.10	2.92	0.89	51.83	46.24
10% DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO * 4% DE PET	10.27	20.95	29.93	215.03	94.21	9,606.74	2.92	0.89	44.88	39.82
10% DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO * 4% DE PET	10.26	20.97	29.93	215.66	94.50	9,639.32	2.91	0.89	44.88	39.78
10% DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO * 4% DE PET	10.26	20.92	29.94	214.69	93.81	9,585.96	2.92	0.89	44.50	39.73
20% DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO * 4% DE PET	10.21	20.93	29.96	213.87	88.73	9,047.94	2.93	-0.88	42.35	37.39

**OBSERVACIONES:**

- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOMAX SAC



Ing. M. Morán  
 INGEOMAX S.A.C.  
 Calle: Av. Los Hornos 1000  
 Lima 18100



	CONTROL DE CALIDAD	
	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE	
	IGM-SGC-LAB-0200F10	Revisión: 0
	Fecha: 06/10/2020	

Proyecto : "INCIDENCIA DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS"

Solicitante : BACH. ALEJANDRINA FLOR DE MARIA GOMEZ BARZOLA

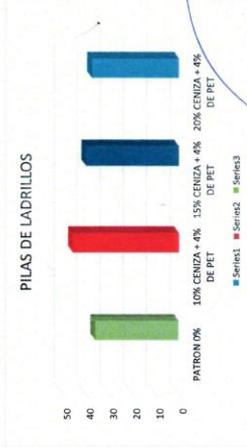
Responsable : -

Muestra : -

Fecha : MAYO DE 2023

Región : AYACUCHO  
 Provincia : HUAMANGA  
 Distrito : AYACUCHO  
 Lugar : HUAMANGA

DOSIFICACION	RESISTENCIA PROM. fb (kg / cm2)
PATRON 0%	35.8
10% CENIZA + 4% DE PET	45.5
15% CENIZA + 4% DE PET	39.8
20% CENIZA + 4% DE PET	37.4



  
 Ing. Roy Nelson Yañez Cárdenas  
 JEFE DE LABORATORIO

  
 Ing. Meryll Anthony Morón Alvarán  
 COORDINADORA DE CONTROL DE CALIDAD



**INGEOMAX**  
S.A.C

**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**ENSAYO A LA  
FLEXIÓN EN UNIDADES  
DE ALBAÑILERIA**

**INGEOMAX**  
S.A.C

Ing. Royerson Yauli Cárdenas  
EIP N° 230234  
JEFE DE LABORATORIO

**INGEOMAX**  
S.A.C

Ing. Marco Antonio Alvarado Arias  
EIP N° 230234  
AUTENTICADA EN DECEMBER 2010

	<b>FORMATO</b>			Código	AE-FD-164
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA EN UNIDADES DE ALBARRERA</b>			Versión	01
			Fecha	NOVIEMBRE 2022	
			Página	1 de 2	

**TEBIS** INCIDENCIA DE CENIZA DE CASCARA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECIKLADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIBRADO\*  
 BACH. ALEXANDRA FLORES MORA GOMEZ BARRAZA  
 : 5665310303  
 : AV. JOSE P. TELAMONIA / AYACUCHO  
 MAYO DE 2022

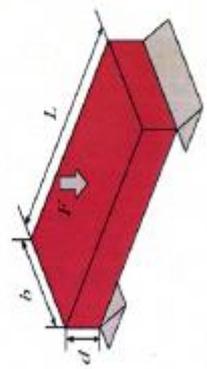
REALIZADO POR : G. Guierrez  
 REVISADO POR : M. Morcib  
 FECHA DE ENSAYO : INDICADA

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN UNIDADES DE ALBARRERA**

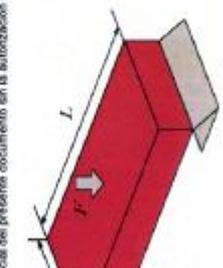
IDENTIFICACIÓN	ANCHO PROM. (b) cm	LARGO PROM. (L) cm	ESPESO R PROM. (d) cm	AREA cm <sup>2</sup>	FUERZA MÁXIMA kN	FUERZA MÁXIMA (Ft)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L) cm	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO Ft
PATRON M-1	11.39	20.84	8.30	238.45	6.85	660.51	15.46	21.20	
PATRON M-2	11.38	21.00	8.55	238.88	7.57	771.93	15.92	22.19	
PATRON M-3	11.35	20.90	8.63	237.22	7.52	756.83	15.42	21.53	21.86 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON M-4	11.74	20.98	8.43	246.31	7.05	718.90	15.90	20.65	
PATRON M-5	11.71	21.26	8.53	240.50	7.85	800.48	16.10	22.81	
TORS DE CENIZA DE CASCARA DE HUEVO - 4% DE PET - M.1	11.31	20.76	8.43	234.69	8.92	870.77	15.88	28.45	
TORS DE CENIZA DE CASCARA DE HUEVO - 4% DE PET - M.2	11.42	20.86	8.26	238.16	9.68	987.09	15.78	29.98	
TORS DE CENIZA DE CASCARA DE HUEVO - 4% DE PET - M.3	11.44	20.89	8.50	238.92	9.97	1,016.66	15.81	29.16	28.93 kg/cm <sup>2</sup>
TORS DE CENIZA DE CASCARA DE HUEVO - 4% DE PET - M.4	11.32	21.01	8.51	237.73	9.44	982.61	15.93	28.07	
TORS DE CENIZA DE CASCARA DE HUEVO - 4% DE PET - M.5	11.32	20.91	8.57	236.65	9.95	1,014.62	15.83	29.00	

**OBSERVACIONES:**

- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOMAX S.A.C.



  
 Ing. M. Morcib  
 INGENIERO EN MECANICA  
 INGENIERO EN VIBRACIONES

  
 Ing. M. Morcib  
 INGENIERO EN MECANICA  
 INGENIERO EN VIBRACIONES





INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**PANEL  
FOTOGRAFICO**

INGEOMAX  
S.A.C.  
Ing. Roy Arisaga Acuña Cárdenas  
CIP Nº 20022  
JEFE DE LABORATORIO

INGEOMAX  
Ing. Marco Antonio Moro Arias  
CIP Nº 20022  
ENCARGADO DE LA PRUEBA

	CONTROL DE CALIDAD		DI. HBDC	R. MAMA
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION Y SIMPLE DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA</b>		F-113	
			Revisado	0
			Fecha	25/05/2022

<b>Proyecto:</b> "INCIDENCIA DE CÁSCARA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET REICICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS"	Serie: lote	BAJIL ALIANDRINA ILOR DE MARIA GOMEZ BAREOLA
	Muestra	: UNIDADES DE ALBAÑILERIA
	ubicación	: A "CACUICHO / HUAMANGA / ATACUICHO
	Fecha	MAYO DE 2023



Observaciones : - Los fustigios de concreto han sido preparados y curados inicialmente en obra por los solicitantes.

	
Ing. Mónica María Gómez Arias JEFE DE LABORATORIO	Ing. Mónica María Gómez Arias ESPECIALISTA EN ASISTENCIA TÉCNICA Y MANEJO

	CONTROL DE CALIDAD		D. HBCC: R. MAMA
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA</b>		F-115
			Revisó: 0
			Fecha: 25/05/2022

<b>Proyecto</b> "INCIDENCIA DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS"	<b>Solicitante</b> MADR. ALEJANDRINA FLOR DE MARIA GOMEZ BARTOLA
<b>Muestra</b> : UNIDADES DE ALBAÑILERIA	<b>Ubicación</b> : AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO
<b>Fecha</b> MAYO DE 2023	

ALTERNATIVA DE ENSAYO DE COMPRESION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS. Preparación de la Máquina Compañía Constructora SUREL S.A.S.		ALTERNATIVA DE ENSAYO DE COMPRESION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS. Preparación de la Máquina Compañía Constructora SUREL S.A.S.		ALTERNATIVA DE ENSAYO DE COMPRESION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS. Preparación de la Máquina Compañía Constructora SUREL S.A.S.		ALTERNATIVA DE ENSAYO DE COMPRESION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS. Preparación de la Máquina Compañía Constructora SUREL S.A.S.		ALTERNATIVA DE ENSAYO DE COMPRESION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS. Preparación de la Máquina Compañía Constructora SUREL S.A.S.	
--	---	--	---	--	--	--	---	--	---

Observaciones : - Las fustigas de concreto han sido preparadas y curadas inicialmente en obra por los solicitantes.


  
 DIRECCION: 6. CRO ALBERTA 116.- Lima Herrera. Arequipa. TEL: 97025400. Email: ingenieros@engeomax.com, laboratorio@engeomax.com


  
 Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
 ESPECIALISTA EN GEOMETRIA CONCRETO Y HERRIERIA

<b>CONTROL DE CALIDAD</b>		D. INBOC	EL MANGA
<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN SIMPLE DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA</b>		F-115	
		Revisado:	0
		Fecha:	25/05/2022

<b>Proyecto</b>	Solicitante:	BACH, ALEJANDRINA FLORE DE MARIA, GÓMEZ BARTOLA,
	Municipio:	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
	Ubicación:	AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO
	Fecha:	MAYO DE 2023



**Observaciones**

- Las resistencias de concreto han sido preparadas y curadas inicialmente en obra por los solicitantes.



INGEOMAX  
S.A.S.  
Ing. Rogelio Raúl Cárdenas  
CIP N° 23224  
JEFE DE LABORATORIO



INGEOMAX  
S.A.S.  
Ing. Maxwell Morole Arica  
CIP 13246  
Especialista en ensayos (Geotecnia y Materiales)

DIRECCIÓN: R. C/PO ALBORADA S/N. - Juncos Nazareno - Ayacucho, CGL PUNOQUE, PUNO. Teléfono: 0844 422222. Email: ingenieros@ingecomax.com

	CONTROL DE CALIDAD		D: HBDC	R: AMAMA
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN SIMPLE DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA</b>		Revísalo: F-115	Fecha: 25/05/2022
RNE 5000				

<b>Proyecto</b>	"INCIDENCIA DE CASCARA DE HIEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS"			
<b>Solicitante</b>	BACH, ALEJANDRINA FLOR DE MARIA GÓMEZ BARZOLA			
<b>Muestra</b>	: UNIDADES DE ALBAÑILERIA			
<b>Ubicación</b>	: ATACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO			
<b>Fecha</b>	MAYO DE 2022			

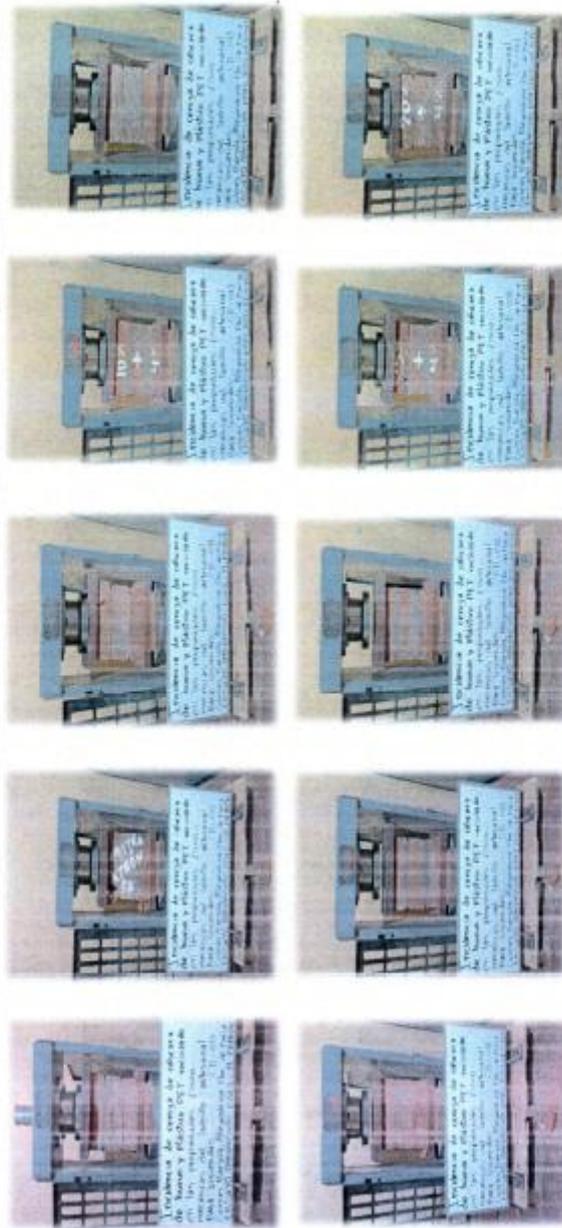


**Observaciones:** ... Los testigos de concreto han sido preparados y curados inicialmente en obra por las solicitantes.

	
DIRECCIÓN: JR. C/CHO AGROPECUARIO - Juan Sebastián - Ayacucho, CR. VINOYASOCHI. E-0401100429. E-MAIL: papay@engeomax.com. Laboratorio Experimental propio.	<b>Ing. Maxwell Anthony Morote Arias</b> C.R. 132484 especialista en certificación y laboratorio

	CONTROL DE CALIDAD		D: HBDC	E: MAMA
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE PILAS DE ALBA VILIERA</b>		Revisó:	R: IS
			Fecha:	25/05/2022

<b>Proyecto</b>	"INCIDENCIA DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO Y PLÁSTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL LADRILLO ARTESANAL "ARA VIVIENDAS"
<b>Solicitante</b>	BACH, ALEJANDRINA FLOR DE MARIA GOMEZ BARZOLA
<b>Muestra</b>	UNIDADES DE ALABANIERA
<b>Ubicación</b>	: ATACUCHO / HUMAMANGA / ATACUCHO
<b>Fecha</b>	MIYTO DE 2023



**Observaciones** :- Los testigos de concreto han sido preparados y curados inicialmente en obra por los solicitantes.



ING. Roy Wilson Jimenez Chiralt  
Ingeniero Civil  
CIP 13244



Ing. Maxwell Anthony Morote Ariles  
Ingeniero Civil  
CIP 13244

DIRECCION: JC. CRO ALBARRA 46.- JESSA HERRERA - ATACUCHO, CDE, PRESDUO, EMBU, INGENIERIA/FORMA AL C/EN, LABORATORIO/INGENIERIA/CONSTRUCCION

	CONTROL DE CALIDAD		DI: HBCC	R: MAMA
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE PILAS DE ALBANILERIA</b>		Rev: 115	
			Revisión:	0
			Fecha:	25/05/2022

<b>Proyecto</b>	"INCIDENCIA DE CASCARA DE HUEVO Y PLASTICO PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MADRILLO ARTESANAL PARA VIVIENDAS"	<b>Solicitante</b>	BACH, ALEJANDRINA FLOR DE MARIA GOMEZ BARROLA
		<b>Muestra</b>	- UNIDADES DE ALBANILERIA
		<b>Ubicación</b>	- AYACUCHO / HIJAMANGA / AYACUCHO
		<b>Fecha</b>	MAYO DE 2023



**Observaciones:** - Los fustigos de concreto han sido preparados y curados inicialmente en obra por los solicitantes.



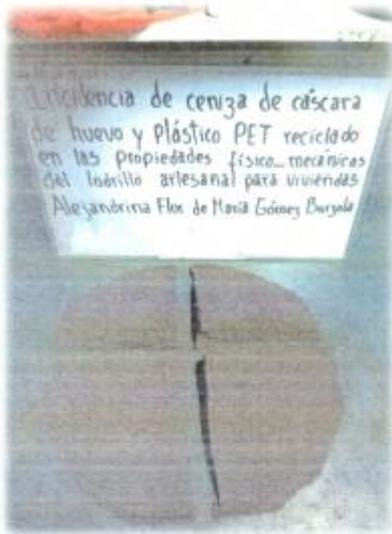

Ing. Maxwell Anghony Morote Arias  
 ESPECIALISTA EN ESTADÍSTICA, MUESTREO Y PLANIFICACIÓN



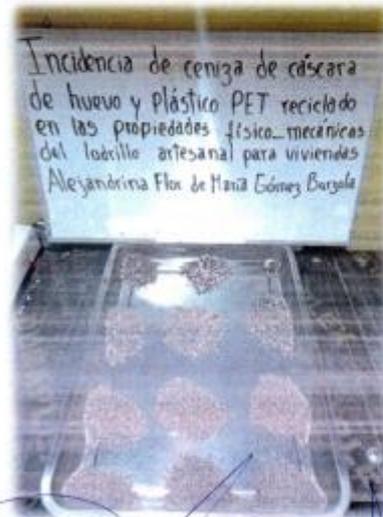
**INGEOMAX**  
S.A.C.

**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**VISTA DE LOS ENSAYOS EN LABORATORIO**



Incidencia de ceniza de cáscara  
de huevo y plástico PET reciclado  
en las propiedades físico-mecánicas  
del ladrillo artesanal para viviendas  
Alejandrina Flores de María Gómez Burgos



Incidencia de ceniza de cáscara  
de huevo y plástico PET reciclado  
en las propiedades físico-mecánicas  
del ladrillo artesanal para viviendas  
Alejandrina Flores de María Gómez Burgos

**INGEOMAX**  
S.A.C.

Ing. Roy Nelson Yauli Cárdenas  
CIP N° 200924  
JEFE DE LABORATORIO

**INGEOMAX**  
S.A.C.

Ing. Mirella Angélica Moro Arias  
CIP N° 22254  
ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**CERTIFICADO  
DE CALIBRACIÓN**



Ing. Roy Nelson Yauli Cárdenas  
CIP N° 290234  
JEFE DE LABORATORIO



Ing. Mcvivil Anthony Moro Arias  
CIP N° 290234  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA CONCRETO Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA**  
Calibration Certificate – Laboratory of Force

**OBJETO DE PRUEBA:**

**Rangos**  
Measurement range  
**FABRICANTE**  
Manufacturer  
**Modelo**  
Model  
**Serie**  
Identification number

**Ubicación de la máquina**  
Location of the machine

**Norma de referencia**  
Norm of used reference

**Intervalo calibrado**  
Calibrated interval

**Solicitante**  
Customer

**Dirección**  
Address

**Ciudad**  
City

**PATRON(ES) UTILIZADO(S)**  
Measurement standard

**Tipo / Modelo**  
Type / Model

**Rangos**  
Measurement range

**Fabricante**  
Manufacturer

**No. serie**  
Identification number

**Certificado de calibración**  
Calibration certification

**Incertidumbre de medida**  
Uncertainty of measurement

**Método de calibración**  
Method of calibration

**Unidades de medida**  
Units of measurement

**FECHA DE CALIBRACIÓN**  
Date of calibration

**FECHA DE EXPEDICIÓN**  
Date of issue

**NÚMERO DE COPIAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS**  
Number of copies of the certificate and documents attached

**FIRMAS AUTORIZADAS**  
Authorized Signatures

**Téc. Gian A. Huamanga Pajuloma**  
Responsable de Metrología

**LABORATORIO DE FUERZA**

**MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN**

1 000 kN

PINZUAR LTDA.

PC – 42D

286

LAB. DE FUERZA DE INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

NTC – ISO 7500 – 1 ( 2007 – 07 – 25 )

Del 10% al 100% del Rango

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO –

HUAMANGA - JESUS NAZARENO

AYACUCHO

T71P / ZSC

150 tn

OHAUS / KELI

B504530209 / 5M56609

N° INF – LE 190 – 22

0.060 %

Comparación Directa

Sistema Internacional de Unidades ( SI )

2022 – 11 – 15

2022 – 11 – 18

Pág. 1 de 3

3

Téc. Gian A. Huamanga Pajuloma  
Responsable de Metrología



Teléfono:  
(01) 622 – 5814  
Celular:  
992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo:  
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com  
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

NÚMERO 696-2022 GLF

Pág. 2 de 3

Método de Calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE  
 Tipo de Instrumento: MÁQUINA DIGITAL DOBLE RANGO PARA ENSAYOS DE CONCRETOS

**DATOS DE LA CALIBRACIÓN**

Dirección de la Carga: COMPRESIÓN Resolución: 0.002 kN

Indicación de la Máquina		Series de medición: Indicación del Patrón				
		1 (ASC)	2 (ASC)	2 (DESC)	3 (ASC)	4 (ASC)
%	kN	kN	kN	No Aplica	kN	No Aplica
10	100.00	101.59	101.39		102.68	
20	200.00	201.14	200.94		200.94	
30	300.00	300.69	300.89		300.99	
40	400.00	400.61	400.81		401.71	
50	500.00	500.32	501.02	No Aplica	502.73	No Aplica
60	600.00	600.79	601.79		603.30	
70	700.00	702.10	702.66		703.67	
80	800.00	802.07	803.48		804.38	
90	900.00	903.19	902.85		904.89	
100	1 000.00	1004.30	1005.20		1005.70	
Indicación después de Carga:		0.00	0.00		0.00	No Aplica

**RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN**

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución Relativa a (%)	Incertidumbre Relativa U± (%) k=2
		Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)		
%	kN						
10	100.00	-1.85	1.27			0.002	0.790
20	200.00	-0.50	0.10			0.001	0.095
30	300.00	-0.28	0.10			0.001	0.090
40	400.00	-0.26	0.27			0.001	0.182
50	500.00	-0.27	0.48	No Aplica	No Aplica	0.000	0.294
60	600.00	-0.33	0.42			0.000	0.252
70	700.00	-0.40	0.22			0.000	0.148
80	800.00	-0.41	0.29			0.000	0.181
90	900.00	-0.40	0.23			0.000	0.156
100	1 000.00	-0.50	0.14			0.000	0.106
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00	0.00	0.00	0.00	No Aplica	

Técnico de Calibración: Gilmer Huamán Poquioma

**CONDICIONES AMBIENTALES**

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: 19.6 °C Humedad Mínima: 41.0 %Hr  
 Temperatura Máxima: 19.8 °C Humedad Máxima: 41.0 %Hr



Teléfono: (01) 622 - 5814  
 Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: laboratorio.gylaboratorio@gmail.com  
 servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
 Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de C&L LABORATORIO S.A.C



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO 696-2022 GLF

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

Errores relativos absolutos máximos hallados					
Exactitud q(%)	Repetibilidad b(%)	Reversibilidad v(%)	Accesorios acces(%)	Cero fe(%)	Resolución a(%) en el 20%
0,50	0,48	No Aplica	No Aplica	0,00	0,001

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE 1 Desde el 20%**

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento de calibración se realizó por el método de comparación directa utilizado patrones trazables de SI calibrados en las instituciones del LEDI-PUCP tomando como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción / compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza" – Julio 2006.

PATRONES DE REFERENCIA

El laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga HBM, #Serie: B504530209 / 5M56609, Patrón utilizado Celda de carga de 150 t. con incertidumbre del orden de 0,060 % con INFORME TÉCNICO LEA – PUCP, INF – LE 190 – 22.

OBSERVACIONES .

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
2. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez .
3. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre las verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
4. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7 500-1)
5. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
7. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6,4.2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de mediciones.
8. Se adjunta con el certificado la estampilla de calibración No. 696-2022 GLF

FIRMAS AUTORIZADAS

Téc. Gilmar A. Huamani Poquioma  
Responsable Laboratorio de Metrología



Telefonos:  
(01) 622 - 5814  
Celular:  
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:  
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com  
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CM-1269-2022**

**7. RESULTADOS**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	22,7	22,8
Humedad (%)	33,2	33,2

Carga L1 = 15 000,0 g			
l (g)	ΔL (g)	E (g)	
15 002	0,8	1,7	
15 002	0,8	1,7	
15 002	0,7	1,8	
15 002	0,8	1,7	
15 002	0,8	1,7	
15 002	0,8	1,7	
15 002	0,7	1,8	
15 002	0,8	1,7	
15 002	0,7	1,8	
15 002	0,6	1,9	
Emax - Emin = 0,2 g			
emp = 20 g			

Carga L2 = 30 000,2 g			
l (g)	ΔL (g)	E (g)	
30 000	0,5	-0,2	
30 000	0,6	-0,3	
30 000	0,6	-0,3	
30 000	0,5	-0,2	
30 000	0,6	-0,3	
30 000	0,4	-0,1	
30 000	0,5	-0,2	
30 000	0,6	-0,3	
30 000	0,5	-0,2	
30 000	0,6	-0,3	
Emax - Emin = 0,2 g			
emp = 30 g			

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	22,6	22,5
Humedad (%)	33,2	33,2

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

Posición de la carga	Determinación de Eo				Determinación del error corregido Ec				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	10,0	10	0,8	-0,1	10 000,0	10 001	0,5	1,0	1,1
2		10	0,5	0,0		10 001	0,6	0,9	0,9
3		10	0,4	0,1		10 001	0,7	0,8	0,7
4		10	0,3	0,2		10 002	0,5	2,0	1,8
5		10	0,4	0,1		10 002	0,6	1,9	1,8
Error Máximo Permisible		10 g		Error Máximo Permisible		20 g			



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CM-1269-2022**

Requerimiento  
6694-2022

Fecha de Emisión  
2022-08-16

**1. SOLICITANTE** : INGENIERÍA GEOTÉCNICA AL MÁXIMO S.A.C.  
Dirección : Jr. Ciro Alegria 416 Sec. Las Nazarenas -  
Ayacucho - Huamanga - Jesús Nazareno.

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : BALANZA

Tipo : ELECTRÓNICA  
Clasificación : NO AUTOMÁTICA  
Marca : OHAUS  
Modelo : R31P30  
Número de serie : 8335460267  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : CHINA  
Capacidad máxima : 30 000 g  
Div. de escala (d) : 1 g  
Div. de verificación (e) : 10 g  
Clase de exactitud : III  
Ubicación : LAB. DE SUELOS 1

**3. FECHA Y LUGAR DE LA CALIBRACIÓN**  
Calibrado el 2022-08-16 en INSTALACIONES DEL CLIENTE

**4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001  
1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de  
funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

**5. TRAZABILIDAD**  
Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a patrones nacionales e  
internacionales.

Patrones Utilizados	Certificado
Juego de pesas F1	PE22-C-0110
Pesa M1 de 5 kg	CCP-1014-003-21
Pesa M1 de 10 kg	CCP-1014-002-21
Pesa M1 de 20 kg	CM-0353-2022
Juego de pesas F1	1AM-0104-2022

**6. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**  
Temperatura Ambiental : De 22,2 °C a 22,7 °C  
Humedad Relativa : De 33,2% H.R. a 34,2% H.R.

Los resultados del presente certificado  
sólo son válidos para el instrumento  
calibrado, no pudiendo extenderse a  
ningún otro instrumento que no haya  
sido calibrado, así mismo, estos  
resultados no deben ser utilizados  
como una certificación de conformidad  
con normas de producto o como  
certificado del sistema de calidad de la  
entidad que lo produce.

Total Weight & Systems S.A.C. no se  
responsabiliza por los perjuicios que  
pueda provocar cualquier  
interpretación errónea de los resultados  
del presente certificado.

Este certificado de calibración sólo  
puede ser difundido completamente y  
sin modificaciones. Los extractos o  
modificaciones requieren la  
autorización de Total Weight &  
Systems S.A.C.

Los certificados carecen de validez sin  
la firma y sellos de Total Weight &  
Systems S.A.C.



*Ricardo Sotomayor*  
Ricardo Sotomayor Jaime  
Gerente del L.C.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CT-0643-2022**

Requerimiento  
6694-2022

Fecha de Emisión  
2022-08-16

**1. SOLICITANTE** : INGENIERÍA GEOTÉCNICA AL MÁXIMO S.A.C.  
Dirección : Jr. Ciro Alegria 416 Sector Las Nazarenas -  
Ayacucho - Huamanga - Jesús Nazareno.

**2. EQUIPO** : HORNO DIGITAL  
Marca : PINZUAR LTDA  
Modelo : PG-190  
Número de Serie : 228  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : COLOMBIA  
Ventilación : FORZADA  
Temperatura de Trabajo : 110 °C ± 10 °C  
Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
Controlador	DIGITAL	Hasta 200°C	0,1 °C

**3. FECHA Y LUGAR DE LA CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó el 2022-08-16 en LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO DE INGENIERÍA GEOTÉCNICA AL MÁXIMO S.A.C.

**4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, 2009: "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como Medio Termostático" publicada por el SNM/INDECOPI.

**5. TRAZABILIDAD**

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM.

Patrones utilizados	Certificado
Termómetro multicanal de indicación digital	CT-0528-2022

**6. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**

Temperatura Ambiental : De 22,6 °C a 23,0 °C  
Humedad Relativa : De 31,6 % H.R. a 30,5 % H.R.  
Tensión Eléctrica : 231,3 V

Los resultados del presente certificado sólo son válidos para el objeto calibrado, no pudiendo extenderse a ningún otro objeto que no haya sido calibrado, así mismo, estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Total Weight & Systems S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que pueda provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente certificado.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de Total Weight & Systems S.A.C.

Los certificados carecen de validez sin la firma y sello del Laboratorio de Calibración de Total Weight & Systems S.A.C.



*[Firma manuscrita]*

José Luis Palacios Cubillas  
Metrólogo

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CT-0643-2022**

**7. RESULTADOS**

Para la Temperatura de Trabajo de 110 °C ± 10 °C

t (min)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>máx</sub> - T <sub>mín</sub> (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110,0	115,1	115,9	113,5	111,7	113,8	115,6	118,5	111,4	112,7	113,8	114,2	7,0
1	110,0	115,1	115,8	113,5	111,6	113,8	115,6	118,4	111,5	112,7	113,8	114,2	6,8
2	110,0	115,2	115,7	113,5	111,5	113,8	115,7	118,5	111,4	112,7	113,8	114,2	7,1
3	110,0	115,2	115,9	113,6	111,6	113,8	115,7	118,6	111,6	112,9	113,8	114,3	7,1
4	110,1	115,3	115,8	113,8	111,5	113,9	115,8	118,5	111,4	112,9	113,8	114,2	7,0
5	110,1	115,3	115,8	113,6	111,5	113,8	115,8	118,4	111,6	112,9	113,8	114,2	6,9
6	110,0	115,3	115,7	113,6	111,6	113,8	115,8	118,5	111,7	112,9	113,9	114,3	6,9
7	110,1	115,5	115,8	113,7	111,7	113,8	116,0	118,4	111,4	112,9	114,1	114,3	6,9
8	110,0	115,6	115,9	113,9	111,6	113,8	116,1	118,5	111,5	112,7	114,2	114,4	6,9
9	110,2	115,7	115,8	113,9	111,6	113,5	116,2	118,5	111,5	112,7	114,3	114,4	6,9
10	110,2	115,5	115,8	113,8	111,5	113,9	116,0	118,5	111,4	112,7	114,1	114,3	7,1
11	110,0	115,4	115,7	113,8	111,5	113,8	115,9	118,5	111,5	112,9	114,1	114,3	7,1
12	110,0	115,3	115,7	113,7	111,5	113,9	115,8	118,5	111,6	112,9	114,0	114,3	7,1
13	110,2	115,3	115,8	113,7	111,6	113,8	115,8	118,5	111,6	112,9	114,0	114,3	6,9
14	110,2	115,2	115,7	113,7	111,5	113,9	115,7	118,6	111,4	112,9	114,0	114,3	7,2
15	110,0	115,7	115,9	114,1	111,7	113,7	116,2	118,5	111,5	112,7	114,4	114,4	6,9
16	110,2	115,6	115,7	114,1	111,7	113,7	116,1	118,5	111,5	112,7	114,4	114,4	7,0
17	110,1	115,6	115,7	114,1	111,7	113,7	116,1	118,5	111,4	112,8	114,3	114,4	7,1
18	110,0	115,5	115,9	114,1	111,6	113,7	116,0	118,5	111,4	112,8	114,3	114,4	7,1
19	110,2	115,5	115,9	114,0	111,7	113,6	116,0	118,6	111,5	112,7	114,3	114,4	7,1
20	110,1	115,4	115,8	114,0	111,7	114,0	115,9	118,5	111,4	112,7	114,2	114,4	7,0
21	110,2	115,3	115,9	113,9	111,6	114,0	115,8	118,5	111,5	112,8	114,2	114,3	6,9
22	110,0	115,3	115,8	113,9	111,5	114,0	115,8	118,5	111,4	112,8	114,1	114,3	7,1
23	110,2	115,2	115,7	113,8	111,5	114,0	115,7	118,5	111,5	113,0	114,1	114,3	7,1
24	110,1	115,1	115,9	113,8	111,6	114,0	115,6	118,5	111,4	113,0	114,0	114,3	7,1
25	110,2	115,0	115,9	113,7	111,7	113,9	115,5	118,5	111,5	112,9	114,0	114,3	6,9
26	110,1	115,0	115,7	113,7	111,7	113,9	115,5	118,5	111,5	112,9	113,9	114,2	6,9
27	110,2	115,5	115,8	114,2	111,6	113,8	116,0	118,4	111,4	112,8	114,4	114,4	6,9
28	110,2	115,5	115,7	114,2	111,5	113,8	116,0	118,5	111,5	112,8	114,5	114,4	7,1
29	110,1	115,6	115,8	114,3	111,6	113,9	116,1	118,5	111,4	112,7	114,6	114,5	7,1
30	110,2	115,5	115,9	114,2	111,5	113,8	116,0	118,5	111,4	112,8	114,5	114,4	7,0
31	110,0	115,4	115,7	114,1	111,6	113,7	115,9	118,4	111,6	112,7	114,3	114,3	6,8
32	110,2	115,3	115,8	114,0	111,7	114,0	115,8	118,4	111,4	112,8	114,3	114,3	6,9
33	110,1	115,2	115,9	113,9	111,7	114,0	115,7	118,5	111,4	112,8	114,2	114,3	7,0
34	110,1	115,1	115,9	113,9	111,5	113,5	115,6	118,5	111,4	112,7	114,2	114,2	7,0
35	110,0	115,1	115,7	113,8	111,5	114,0	115,6	118,5	111,4	112,8	114,1	114,2	7,0
36	110,2	115,1	115,9	113,8	111,5	114,0	115,6	118,5	111,5	112,8	114,1	114,3	7,1
37	110,0	115,0	115,9	113,8	111,5	114,0	115,5	118,6	111,5	113,0	114,1	114,3	7,2
38	110,1	115,0	115,7	113,7	111,6	113,3	115,5	118,5	111,4	113,0	114,0	114,2	7,0
39	110,0	114,9	115,9	113,7	111,6	113,9	115,4	118,5	111,5	112,9	114,0	114,2	7,0
40	110,2	114,9	115,9	113,7	111,5	114,0	115,4	118,4	111,4	112,9	114,0	114,2	6,9
41	110,0	114,9	115,7	113,7	111,6	113,9	115,4	118,5	111,6	112,9	113,9	114,2	7,0
42	109,9	114,9	115,9	113,6	111,5	113,9	115,4	118,4	111,4	112,9	113,9	114,2	6,9
43	109,9	114,9	115,9	113,6	111,6	114,0	115,4	118,5	111,5	112,8	113,9	114,2	6,9
44	109,9	114,9	115,9	113,6	111,6	113,9	115,4	118,5	111,6	112,8	113,9	114,2	7,0
45	109,9	114,9	115,9	113,6	111,6	113,9	115,4	118,6	111,4	112,7	113,9	114,2	7,2



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CT-0643-2022**

Para la Temperatura de Trabajo de 110 °C ± 10 °C

t (min)	t (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										t <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>máx</sub> - T <sub>mín</sub> (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
46	109,9	114,8	115,8	113,6	111,8	113,9	115,3	118,5	111,6	112,8	113,9	114,2	7,0
47	109,9	114,9	115,7	113,6	111,6	113,9	115,4	118,5	111,4	112,8	113,9	114,2	7,1
48	109,9	114,9	115,9	113,6	111,5	113,9	115,4	118,5	111,6	112,7	113,9	114,2	7,0
49	109,9	114,8	115,8	113,6	111,5	113,9	115,4	118,5	111,6	112,8	113,9	114,2	7,1
50	110,0	115,1	115,7	113,7	111,8	114,0	115,8	118,5	111,5	113,0	114,1	114,3	6,9
51	109,9	115,3	115,9	113,9	111,6	113,8	115,8	118,5	111,5	112,7	114,2	114,3	6,9
52	109,9	115,3	115,8	113,9	111,6	113,5	115,8	118,5	111,5	112,8	114,3	114,3	7,0
53	109,9	115,3	115,7	113,9	111,6	114,0	115,8	118,5	111,4	112,7	114,2	114,3	7,1
54	109,9	115,2	115,7	113,6	111,5	113,8	115,7	118,5	111,5	112,8	113,9	114,2	7,0
55	109,9	115,0	115,8	113,6	111,6	113,8	115,5	118,4	111,5	112,7	113,9	114,2	6,8
56	109,9	115,0	115,7	113,6	111,6	113,8	115,5	118,5	111,4	112,8	114,2	114,2	7,1
57	109,9	115,1	115,8	113,7	111,5	113,8	115,6	118,5	111,5	112,8	114,2	114,2	7,0
58	109,9	115,1	115,9	113,9	111,6	113,8	115,6	118,5	111,4	112,8	114,2	114,3	7,1
59	109,9	115,1	115,9	113,9	111,5	113,8	115,6	118,5	111,5	112,8	114,2	114,3	7,0
60	109,9	115,1	115,9	113,9	111,6	113,9	115,6	118,5	111,4	112,8	114,2	114,3	7,1
<b>T.PROM</b>	110,0	115,2	115,8	113,8	111,6	113,8	115,8	118,5	111,5	112,8	114,1	114,3	
<b>T.MAX</b>	110,2	115,7	115,9	114,3	111,7	114,0	116,2	118,6	111,7	113,0	114,6		
<b>T.MIN</b>	109,9	114,8	115,7	113,5	111,5	113,3	115,3	118,4	111,4	112,7	113,8		
<b>DTT</b>	0,3	0,9	0,2	0,8	0,2	0,7	0,9	0,3	0,3	0,3	0,8		



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CT-0643-2022**

Para la Temperatura de Trabajo de 110 °C ± 10 °C

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	116,6	0,4
Temperatura Mínima Medida	111,4	0,4
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,9	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	7,0	0,4
Estabilidad Medida (±)	0,4	0,04
Uniformidad Medida	7,2	0,4

**t** : Instante de tiempo en minutos.  
**I** : Indicación del termómetro del equipo.  
**T.MAX** : Temperatura máxima.  
**T.MIN** : Temperatura mínima.  
**DTT** : Desviación de temperatura en el tiempo.

**T.PROM** : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
**Tprom** : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperaturas registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del equipo es 0,06 °C

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de la medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . Generalmente, el valor de la magnitud de medición está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

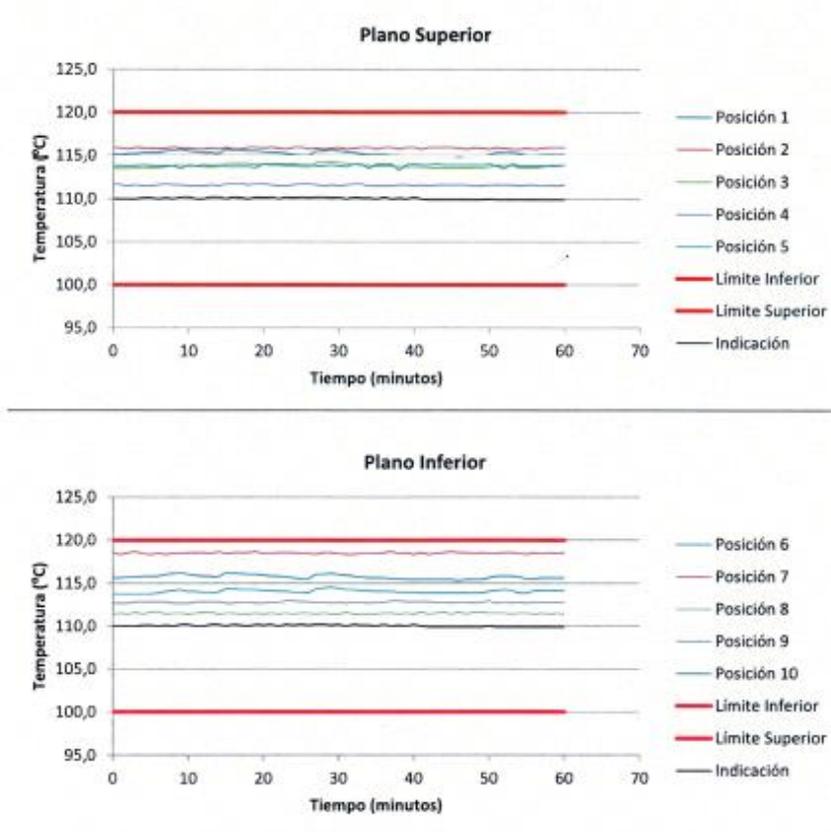
Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.





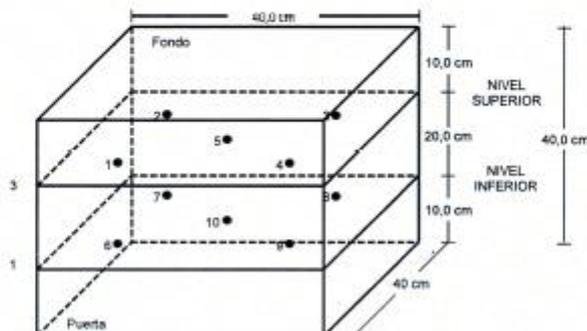
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CT-0643-2022**

Gráfica para la Temperatura de Trabajo de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$



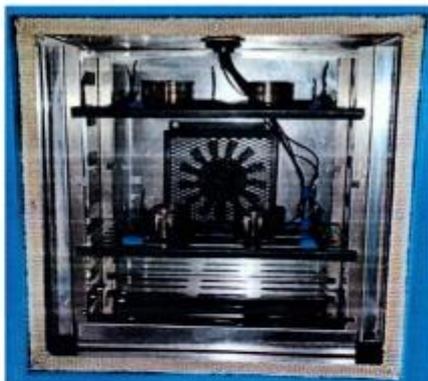
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CT-0643-2022**

Distribución de los Termopares



Los termopares 5 y 10 se ubicaron en el centro de su respectivo nivel.

Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 se ubicaron a 7,0 cm de las paredes laterales y a 7,0 cm de frente y fondo del medio isotérmico.



**8. OBSERVACIONES**

Para fines de identificación se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO en el equipo.

Fin del Documento





**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**  
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

**L-25480-010 R0**

Page / Pág 1 de 3

<b>Equipo</b> <small>Instrument</small>	TAMIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <small>Manufacturer</small>	PINZUAR	
<b>Modelo</b> <small>Model</small>	GRANOTEST	
<b>Número de Serie</b> <small>Serial Number</small>	86832	
<b>Identificación Interna</b> <small>Internal Identification</small>	EQ-TMZ-11	
<b>Malla</b> <small>Mesh</small>	3/8 in.	
<b>Solicitante</b> <small>Customer</small>	INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C.	
<b>Dirección</b> <small>Address</small>	Jr. Ciro Alegria Nro. 416 Sec. Las Nazarenas	
<b>Ciudad</b> <small>City</small>	Ayacucho	
<b>Fecha de Calibración</b> <small>Date of calibration</small>	2022 - 02 - 09	
<b>Fecha de Emisión</b> <small>Date of issue</small>	2022 - 02 - 15	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <small>Number of pages of the certificate and documents attaches</small>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.  
Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

**Firmas que Autorizan Certificado**  
Signatures Authorizing the Certificate

  
Ing. Sergio Iván Martínez  
Directiv Laboratorio de Metrología

  
Tecg. Jaiver Arnulfo López  
Metrologo Laboratorio de Metrología

LAB-039-01 6114

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología | Cl. 16 #1038-72 | PBX. 07 (1) 745 4555 - 3174203640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

**L-25480-011 R0**

Page / Pág 1 de 3

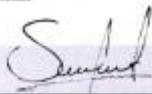
<b>Equipo</b> <small>Instrument</small>	TAMIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the international System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <small>Manufacturer</small>	PINZUAR	
<b>Modelo</b> <small>Model</small>	GRANOTEST	
<b>Número de Serie</b> <small>Serial Number</small>	88970	
<b>Identificación Interna</b> <small>Internal identification</small>	EQ-TMZ-12	
<b>Malla</b> <small>Mesh</small>	No. 4	
<b>Solicitante</b> <small>Customer</small>	INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C.	
<b>Dirección</b> <small>Address</small>	Jr. Ciro Alegria Nro. 416 Sec. Las Nazarenas	
<b>Ciudad</b> <small>City</small>	Ayacucho	
<b>Fecha de Calibración</b> <small>Date of calibration</small>	2022 - 02 - 09	
<b>Fecha de Emisión</b> <small>Date of issue</small>	2022 - 02 - 15	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <small>Number of pages of the certificate and documents attached</small>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

**Firmas que Autorizan Certificado**

Signatures Authorizing the Certificate

  
Ing. Sergio Iván Martínez  
Director Laboratorio de Metrología

  
Tceg. Jaiver Arnulfo López  
Métrologo Laboratorio de Metrología

LMPC-12-2019/14

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Librotrono 14p | Metrología | Cl. 18 #1038-72 | PBX. 07 (1) 743 4055 - 3174233640 | [labmetrologia@pinzuar.com.co](mailto:labmetrologia@pinzuar.com.co) | [WWW.PINZUAR.COM.CO](http://WWW.PINZUAR.COM.CO)





**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

**L-25480-012 R0**

Page / Pág 1 de 3

<b>Equipo</b> <small>Instrument</small>	TAMIZ 8"
<b>Fabricante</b> <small>Manufacturer</small>	PINZUAR
<b>Modelo</b> <small>Model</small>	GRANOTEST
<b>Número de Serie</b> <small>Serial Number</small>	86690
<b>Identificación Interna</b> <small>Internal Identification</small>	EQ-TMZ-13
<b>Malla</b> <small>Mesh</small>	No. 8
<b>Solicitante</b> <small>Customer</small>	INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C.
<b>Dirección</b> <small>Address</small>	Jr. Ciro Alegría Nro. 416 Sec. Las Nazarenas
<b>Ciudad</b> <small>City</small>	Ayacucho
<b>Fecha de Calibración</b> <small>Date of calibration</small>	2022 - 02 - 09
<b>Fecha de Emisión</b> <small>Date of issue</small>	2022 - 02 - 15

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

*The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.*

*This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the international System of Units (SI).*

*The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.*

**Número de páginas del certificado, incluyendo anexos** 03  
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

**Firmas que Autorizan Certificado**

Signatures Authorizing the Certificate

  
**Ing. Sergio Iván Martínez**  
Director Laboratorio de Metrología

  
**Tscg. Jaiver Arnulfo López**  
Metrologo Laboratorio de Metrología

LMAR-137-01 R13.4

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología | Cl 16 #1038-72 | Fbx 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUARCOMCO





**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**  
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

**L-25480-013 R0**

Page / Pág 1 de 3

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	TAMIZ 8"
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	GRANOTE3T
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	88695
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identifier</i>	EQ-TMZ-14
<b>Malla</b> <i>Mesh</i>	No. 10
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C.
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Jr. Ciro Alegria Nro. 416 Sec. Las Nazarenas
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	Ayacucho
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2022 - 02 - 09
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2022 - 02 - 15

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

*The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.*

*This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).*

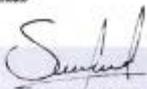
*The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.*

**Número de páginas del certificado, incluyendo anexos** 03  
*Number of pages of the certificate and documents attached*

*Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.*

**Firmas que Autorizan Certificado**

*Signatures Authorizing the Certificate*

  
**Ing. Sergio Iván Martínez**  
Director Laboratorio de Metrología

  
**Tecg. Jaiver Arnulfo López**  
Métrlogo Laboratorio de Metrología

LAC-112218134

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

laboratorio de Metrología | C. U. #1008-72 | Pte. 57 (1) 745-4555 - 3174233643 | labmetrologia@pinzuar.com.pe | WWW.PINZUAR.COM.CU





**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**  
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

**L-25480-014 R0**

Page / Pág 1 de 3

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	TAMIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</p> <p>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	GRANOTEST	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	88952	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	EQ-TMZ-15	
<b>Malla</b> <i>Mesh</i>	No. 16	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C.	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Jr. Ciro Alegria Nro. 416 Sec. Las Nazarenas	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	Ayacucho	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2022 - 02 - 09	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2022 - 02 - 15	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

Si la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.  
Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

**Firmas que Autorizan Certificado**

Signatures Authorizing the Certificate

**Ing. Sergio Iván Martínez**  
Director Laboratorio de Metrología

**Tecg. Jaiver Arnulfo López**  
Metólogo Laboratorio de Metrología

LWPC0248103

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl. 16 #103B-72 | PBX. 57 (1) 745 4555 - 3174232640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**  
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

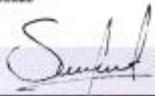
**L-25480-015 R0**

Page / Pág 1 de 3

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	TAMIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the international System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	GRANOTEST	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	88757	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	EQ-TMZ-16	
<b>Malla</b> <i>Mesh</i>	No. 20	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C.	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Jr. Ciro Alegria Nro. 416 Sec. Las Nazarenas	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	Ayacucho	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2022 - 02 - 09	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2022 - 02 - 15	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sepan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.  
 Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

**Firmas que Autorizan Certificado**  
*Signatures Authorizing the Certificate*

  
**Ing. Sergio Iván Martínez**  
*Director Laboratorio de Metrología*

  
**Tecg. Jaiver Arnulfo López**  
*Metrologo Laboratorio de Metrología*

LMPC-124-01 R134

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl. 18 #103A-72 I.P.R. 57 (1) 345.6955 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUARCOM.CO





**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**  
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

**L-25480-016 R0**

Page / Pág 1 de 3

<b>Equipo</b> <small>Instrument</small>	TAMIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <small>Manufacturer</small>	PINZUAR	
<b>Modelo</b> <small>Model</small>	GRANOTEGT	
<b>Número de Serie</b> <small>Serial Number</small>	88927	
<b>Identificación Interna</b> <small>Internal Identifier</small>	EQ-TMZ-17	
<b>Malla</b> <small>Mesh</small>	No. 30	
<b>Solicitante</b> <small>Customer</small>	INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C.	
<b>Dirección</b> <small>Address</small>	Jr. Ciro Alegria Nro. 416 Sec. Las Nazarenas	
<b>Ciudad</b> <small>City</small>	Ayacucho	
<b>Fecha de Calibración</b> <small>Date of calibration</small>	2022 - 02 - 09	
<b>Fecha de Emisión</b> <small>Date of issue</small>	2022 - 02 - 15	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <small>Number of pages of the certificate and documents attached</small>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

**Firmas que Autorizan Certificado**  
Signatures Authorizing the Certificate

  
**Ing. Sergio Iván Martínez**  
Director Laboratorio de Metrología

  
**Tecg. Jaiver Arnulfo López**  
Métrólogo Laboratorio de Metrología

LAB-010/2018/1124

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología | Cl 18 #1036-72 | FPNB, 57 (1) 745 4565 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuarcom.co | WWW.PINZUARCOM.CO





**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**  
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

**L-25480-017 R0**

Page / Pág 1 de 3

<b>Equipo</b> <small>Instrument</small>	TAMIZ 5"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <small>Manufacturer</small>	PINZUAR	
<b>Modelo</b> <small>Model</small>	GRANOTE 3T	
<b>Número de Serie</b> <small>Serial Number</small>	88899	
<b>Identificación Interna</b> <small>Internal Identification</small>	EQ-TMZ-18	
<b>Malla</b> <small>Mesh</small>	No. 40	
<b>Solicitante</b> <small>Customer</small>	INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C.	
<b>Dirección</b> <small>Address</small>	Jr. Ciro Alegria Nro. 416 Sec. Las Nazarenas	
<b>Ciudad</b> <small>City</small>	Ayacucho	
<b>Fecha de Calibración</b> <small>Date of calibration</small>	2022 - 02 - 09	
<b>Fecha de Emisión</b> <small>Date of issue</small>	2022 - 02 - 15	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <small>Number of pages of the certificate and documents attached</small>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sepan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

**Firmas que Autorizan Certificado**  
Signatures Authorizing the Certificate

  
Ing. Sergio Iván Martínez  
Director Laboratorio de Metrología

  
Tecg. Jaiver Arnulfo López  
Metrologo Laboratorio de Metrología

IMP-C-04-01 R134

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología | Cl 18 #103B-72 | PBX. 67 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**  
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

**L-25480-018 R0**

Page / Pág 1 de 3

<b>Equipo</b> <small>Instrument</small>	TAMIZ 8"
<b>Fabricante</b> <small>Manufacturer</small>	PINZUAR
<b>Módulo</b> <small>Model</small>	GRANUTEST
<b>Número de Serie</b> <small>Serial Number</small>	88813
<b>Identificación Interna</b> <small>Internal Identification</small>	EQ-TMZ-19
<b>Malla</b> <small>Mesh</small>	No. 50
<b>Solicitante</b> <small>Customer</small>	INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C.
<b>Dirección</b> <small>Address</small>	Jr. Ciro Alegria Nro. 416 Sec. Las Nazarenas
<b>Ciudad</b> <small>City</small>	Ayacucho
<b>Fecha de Calibración</b> <small>Date of calibration</small>	2022 - 02 - 09
<b>Fecha de Emisión</b> <small>Date of issue</small>	2022 - 02 - 15
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <small>Number of pages of the certificate and documents attached</small>	03

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

*The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.*

*This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).*

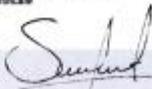
*The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.*

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

**Firmas que Autorizan Certificado**

Signatures Authorizing the Certificate



**Ing. Sergio Iván Martínez**  
Director Laboratorio de Metrología



**Tecg. Jaíver Arnulfo López**  
Metrologo Laboratorio de Metrología

LAC-122-01-0114





**Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud**  
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

**L-25480-019 R0**

Page / Pág 1 de 3

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	TAMIZ 8"
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	GRANOTEST
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	86664
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	EQ-TMZ-20
<b>Malla</b> <i>Mesh</i>	No. 60
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C.
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Jr. Ciro Alegria Nro. 416 Sec. Las Nazarenas
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	Ayacucho

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que pueden derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

*The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.*

*This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).*

*The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.*

**Fecha de Calibración**  
*Date of calibration* 2022 - 02 - 09

**Fecha de Emisión**  
*Date of issue* 2022 - 02 - 15

**Número de páginas del certificado, incluyendo anexos** 03  
*Number of pages of the certificate and documents attached*

*Si la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sajan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.*

*Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.*

**Firmas que Autorizan Certificado**

*Signatures Authorizing the Certificate*

**Ing. Sergio Iván Martínez**  
Director Laboratorio de Metrología

**Tercy Jaiver Arnulfo López**  
Metrologo Laboratorio de Metrología

IMP-027-01 R114



